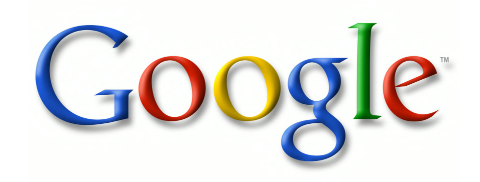
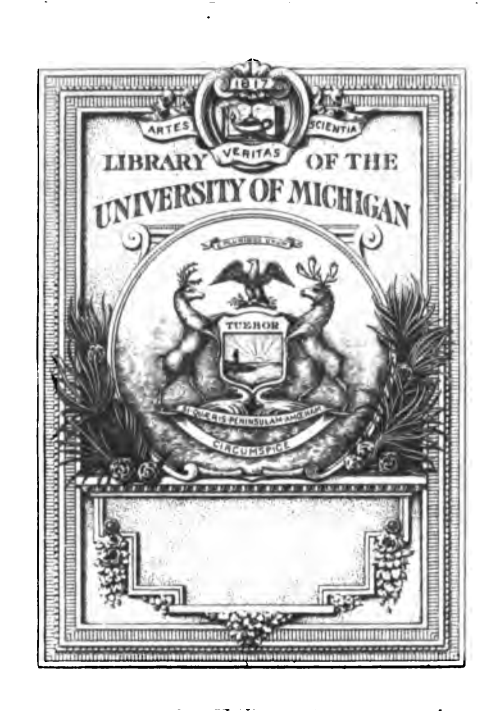



1817
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

RECHERCHES
SUR
LES MODIFICATIONS
DE L'ATMOSPHERE,

CONTENANT l'Histoire critique du Baromètre & du Thermomètre, un Traité sur la construction de ces Instrumens, des Expériences relatives à leurs usages, & principalement à la *mesure* des *Hauteurs* & à la correction des *Réfractions moyennes*,

AVEC FIGURES;

DÉDIÉES

A MM. de l'Académie Royale des Sciences de Paris.

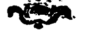
Par J. A. DE LUC, Citoyen de Genève, Correspondant des Académies Royales des Sciences de Paris & de Montpellier.

NOUVELLE ÉDITION.

TOME PREMIER.

Sunt aliquot quoque res, quarum unam discere causam
Non satis est.

LUCRET. De naturâ rerum, lib. VI.



A PARIS,

Chez la Veuve DUCHESNE, Libraire, rue Saint-Jacques.

M. DCC. LXXXIV.

Avec Approbation & Privilège du Roi.



A MESSIEURS
DE
L'ACADÉMIE ROYALE
DES SCIENCES
DE PARIS.

MESSIEURS,

J'AI cru m'appercevoir, en étudiant la Physique, que, depuis que cette science s'est assez étendue pour qu'on ait formé des systêmes sur presque tous les objets qu'elle embrasse, deux préjugés contraires nuisoient également aux progrès de la vérité; trop de défiance contre les

ſolutions jugées impoſſibles, & trop de confiance dans celles qui ſont adoptées.

L'inattention étant l'effet commun de ces préjugés, il ne ſuffit pas de raiſons pour les vaincre; il faut encore qu'elles ſoient ſecondées de quelque moyen extérieur qui détermine à l'examen.

J'en ſentis le beſoin dès que je ſongeai à publier mes Recherches ſur les Modifications de l'Atmoſphère; *& votre approbation, Meſſieurs, fut le ſecours que je dus ambitionner : j'eus le bonheur de l'obtenir en 1762, & vous daignâtes y ajouter la permiſſion de publier mon Ouvrage ſous vos auſpices : mais les conſeils que je reçus en même temps de quelques-uns des Membres de votre illuſtre Corps, me donnèrent lieu de comprendre que ce prix, que vous accordiez à mon travail, étoit un encouragement à le perfectionner.*

En effet, Meſſieurs, vous ranimâtes mon courage; & mes efforts vous prouveront du moins combien je m'eſtimerois heureux d'être vraiment digne de votre ſuffrage, en ajoutant cette foible production à vos immortels travaux pour l'avancement des ſciences utiles.

Je ſuis avec reſpect,

MESSIEURS,

Votre très-humble & très-obéiſſant Serviteur,
JEAN-ANDRÉ DE LUC.

EXTRAIT
DES RÉGISTRES
DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE PARIS.

Du 30 Juillet 1762.

MEssieurs DE LA CONDAMINE & DE LA LANDE, qui avoient été nommés pour examiner un Ouvrage intitulé : *Recherches sur la Loi des Condensations de l'Atmosphère, & sur la manière de mesurer, par le Baromètre, la Hauteur des lieux accessibles*, par M. *Jean-André de Luc*, Citoyen de Genève, ayant fait leur rapport, L'ACADÉMIE a jugé que cet Ouvrage pouvoit être regardé comme un des meilleurs dont on ait enrichi la Physique depuis long-temps, & qu'il étoit très-digne d'être approuvé. En foi de quoi j'ai signé le présent Certificat. A Paris, le 4 Août 1762.

GRANDJEAN DE FOUCHY,
Sec. perp. de l'Ac. Roy. des Sc.

TABLE DES CHAPITRES

Contenus dans le I[er]. VOLUME, & de leurs *Divisions*.

INTRODUCTION. . . . . page 1

PREMIÈRE PARTIE.

Histoire *du* Baromètre; *des Expériences qu'on a faites par son moyen, & des Hypothèses qu'on a imaginées pour expliquer ces Expériences.*

CHAPITRE I. Invention du *Baromètre*. p. 1
CHAPITRE II. Des principaux changemens faits dans la construction du *Baromètre*. 11
Baromètre de TORICELLI. ibid.
Baromètre imaginé par DESCARTES. 14
. . *double*, inventé par HUYGENS. 17
. . . corrigé par HOOK. 21
. . *à poulie*, inventé par HOOK. 27
. . *incliné*, inventé par le CHEVALIER MORLAND. 28
. . *en équerre*, ou de BERNOULLI. 29
. . *conique*, inventé par AMONTONS. 36
. . *réduit*, d'AMONTONS. 40
. . . de DE MAIRAN. 44

. . *à l'usage de la Mer*, d'AMONTONS. 46
. . *simple*, de PRINS. 52
Premières recherches sur les causes d'irrégularité dans les *Baromètres*. 53
Recherches sur la *Lumière* que produisent quelques *Baromètres*. 58
Hypothèse de M. JEAN BERNOULLI sur cet objet. 59
. . de M. HOMBERG. 63
. . de M. DE MAIRAN. 64
. . de M. DU FAY. 65
. . de M. MUSSCHENBROECK. 72
La *Lumière* du *Baromètre* rapportée à l'*Electricité*. 76
Baromètres purgés d'*air* par le *feu*. 89
Expériences sur l'effet des différens *diamètres* des *Tubes*. 93
Recherches sur l'effet que *la chaleur* produit dans les *Baromètres*. 96
Examen des Hypothèses sur les variations du *Baromètre*. 100
Observations & idées de *Pascal* sur cette matière. 101
Idée du Dr. BEAL. 104
Hypothèse de M. GARCIN. 105
. . du Dr. GARDEN. 108
. . du Dr. WALLIS. 112
. . du Dr. LISTER. 115
. . de M. HALLEY. 119
. . de M. GARSTEN. 124
. . de M. DE LA HIRE. 127
. . de M. MARIOTTE. 132
. . de M. LE CAT. 137

. . de M. WOODWARD. 141
. . de M. LEIBNITZ. 153
. . de M. DE MAIRAN. 170
. . de M. HAMBERGER. 204
. . de M. DL. BERNOULLI. 210
. . de M. MUSSCHENBROECK. 214
Histoire des tentatives qu'on a faites en divers temps, pour mesurer les hauteurs par le *Baromètre*. 220
Recherches de PASCAL. 221
Expériences & découvertes de BOYLE. 225
Expériences & règles de M. MARIOTTE. 234
Règle de M. HALLEY. 243
. . de M. MARALDI. 252
Comparaison des expériences faites à l'Observatoire de Paris, par MM. MARIOTTE & DE LA HIRE. 253
Expériences & règles de MM. SCHEUCHZER. 255
Règle de M. JACQUES CASSINI. 258
Hypothèses & règles de M. DL. BERNOULLI. 264
Expériences de MM. CASSINI DE THURI & LE MONNIER le cadet. 281
Expériences & règle de M. HORREBOW. 285
Expériences, règle & hypothèse de M. BOUGUER. 287

Fin de la Table des Chapitres du Ier. Volume.

INTRODUCTION,



INTRODUCTION.

PARMI le grand nombre de découvertes dont les Philoſophes du ſiècle précédent ont enrichi les Arts & les Sciences, la différence de hauteur du mercure dans les Baromètres placés en des lieux différemment élevés, eſt une de celles qui promit aux Phyſiciens de plus grands avantages.

En effet, ce phénomène étoit propre à faire eſpérer de connoître plus parfaitement la nature d'un milieu, au travers duquel nous voyons & les Corps céleſtes & ceux qui appartiennent à notre Globe. Il paroiſſoit encore offrir un moyen

aisé de déterminer la hauteur des différens points accessibles de la surface de la Terre ; ce qu'on ne peut pas toujours obtenir à l'aide des instrumens de Géométrie, soit parceque leur usage exige une connoissance suffisante de la densité actuelle de l'air, pour corriger l'effet des réfractions, soit parce qu'on ne trouve pas toujours une bâse convenable pour les opérations trigonométriques ; & dans tous les cas, le Baromètre offroit un moyen facile d'abréger beaucoup les opérations & d'en diminuer l'appareil.

Je ne m'arrêterai pas à développer tous les avantages que promettoit cette découverte ; il suffit, pour se convaincre de son importance, de considérer que les plus grands

Phyſiciens s'en ſont occupés, ſoit dans la ſpéculation, ſoit dans la pratique.

Mais ce qui paroiſſoit facile au premier coup-d'œil, s'eſt trouvé tellement compliqué quand on a voulu l'approfondir, qu'on avoit perdu preſque toute eſpérance d'atteindre par ce moyen à l'exactitude deſirable, lorſque quelques-uns des Membres de l'Académie Royale des Sciences partirent pour aller meſurer un Arc du Méridien ſous l'Équateur. Ces Meſſieurs, attentifs à tirer d'un auſſi grand deſſein tous les avantages qu'il préſentoit, ne négligèrent pas les obſervations du Baromètre; ils en firent un grand nombre, & ſur-tout en

des lieux très-élevés de la Cordilière des *Andes* au Pérou, dont leur ouvrage principal les avoit obligés de mesurer la hauteur. Nous en avons le résultat dans un Mémoire de M. Bouguer joint à ceux de l'Académie pour l'année 1753; la règle qu'il donne d'après ces expériences pour connoître, par la hauteur du mercure dans le Baromètre, celle des lieux où l'on observe cet instrument, réunit tous les avantages des diverses méthodes qu'on avoit imaginées avant lui, & s'accorde mieux qu'aucune de ces méthodes avec les expériences qui lui servent de fondement. Cependant il avoue qu'elle est insuffisante dans la partie inférieure de l'Atmosphère;

il paroît même la reſtreindre au climat dans lequel il a fait ſes obſervations (555).

L'Air eſt-il donc d'une nature différente ſuivant les hauteurs & les climats ? C'eſt une queſtion bien naturelle, & que *j'eſpère* de réſoudre en rendant compte d'un grand nombre d'expériences que j'ai faites, & des nouvelles règles auxquelles j'ai été conduit par leur moyen.

Les eſpérances qu'on avoit conçues lorſqu'on découvrit les propriétés du Baromètre, ont été ſi peu réaliſées par l'expérience, qu'on a preſque perdu de vue l'origine de cet inſtrument, les changemens qu'il a ſubis, & les tentatives qu'on a faites en divers tems pour le rendre utile. Ceux qui, dans le cours de

leurs Études, ont eu occaſion de remarquer combien on s'eſt occupé de cette matière, ayant comparé les peines au ſuccès, & obſervé le peu d'accord de l'expérience avec les hypothèſes, n'ont preſque tiré de leurs lectures qu'une indifférence générale pour les phénomènes du Baromètre, & une défiance aſſez bien fondée pour tout ce qui paroît de nouveau à ce ſujet.

Dans cet état des choſes, je crois qu'il convient de réveiller l'attention du Public ſur une matière qui me paroît aujourd'hui très-intéreſſante; c'eſt-là ce qui me détermine, avant d'expoſer mes propres recherches, à donner un Abrégé hiſtorique & critique de celles qui ont été faites avant moi; & à préſenter ainſi

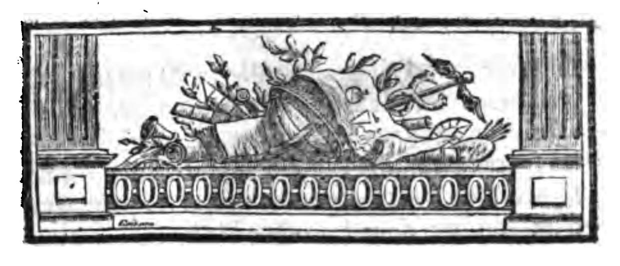
dans un ſeul tableau l'origine du Baromètre, les changemens qu'il a ſubis en divers tems, les uſages qu'on s'eſt flatté d'en tirer, & les principales tentatives qui ont été faites, tant pour conſtater ces uſages, que pour concilier la variété des obſervations.

Ceux pour qui je ne ferai que retracer les raiſons de leurs doutes, trouveront dans cet examen de nouveaux motifs de ſuſpendre leur jugement. Ceux qui ont adopté un ſyſtême parce qu'ils l'ont cru ſolide, auront occaſion de reconnoître qu'il n'y en avoit point encore dont l'application pût être univerſelle. Tous ceux qui aiment l'Étude de la Nature déſireront de voir éclaircir un ſujet qui tient à la Phyſique

générale, & dont les avantages particuliers ſont ſenſibles. Ils auront, par cela même, plus de patience pour me ſuivre dans mes obſervations, mes expériences, mes raiſonnemens & mes hypothèſes même; c'eſt-là ce que je déſire obtenir d'eux. On doit faire quelques efforts d'attention, avant d'abandonner une ſi belle perſpective.



PRÉFACE.



PREMIERE PARTIE.

HISTOIRE

Du Baromètre, des Expériences qu'on a faites par son moyen, & des Hypothèses qu'on a imaginées pour expliquer ces Expériences.

CHAPITRE PREMIER.

Invention du Baromètre.

L'ORIGINE du Baromètre a tant de rapport avec celle de la bonne Philosophie, que l'une rappelle l'autre presque néceſſairement. Si nous devons au Baromètre la connoiſſance du poids & de l'élaſticité de l'air, principes ſi féconds en conſéquences curieuſes & utiles, il eſt probable auſſi que, ſans une bonne Logique, la ſuſpenſion du mercure dans un tube de verre ne nous eût rien appris. Temps où le Baromètre a pris naiſſance.

2. Juſqu'au ſiécle paſſé, les hommes chargés, comprimés par l'Atmoſphère, ne reconnoiſſoient point ſon action ; en vain toute la nature Ignorance des Anciens ſur la nature de l'air qu'ils pouvoient connoître.

déposoit que l'air étoit élastique & pesant, ils fermoient les yeux à son témoignage. L'eau s'élevoit alors dans les pompes, & couloit dans les syphons comme elle fait aujourd'hui; on ne séparoit qu'avec de grands efforts les panneaux d'un soufflet dont les ouvertures étoient bouchées; & l'on ne rapprochoit pas ces mêmes panneaux sans beaucoup de peine, lorsqu'ils étoient écartés; les enfans suçoient le lait de leurs nourrices; l'air entroit rapidement dans les poumons des animaux à chaque inspiration; les ventouses produisoient des tumeurs à la peau; & malgré toutes ces preuves frappantes de la pesanteur & de l'élasticité de l'air, les anciens Philosophes soutenoient toujours que l'air étoit *léger*, & expliquoient tous ces phénomènes par l'*horreur* qu'ils attribuoient à la Nature pour le vuide.

Ils pouvoient trouver des bornes à *l'horreur du vuide.*

3. Il est d'autant plus surprenant qu'ils soient restés si long-temps dans l'erreur sur la cause de ces effets, qu'ils en avoient apperçu les bornes. Ils avoient souvent remarqué que l'élévation de l'eau dans les pompes est limitée, qu'un soufflet dont les ouvertures sont bouchées, s'ouvre ou se ferme lorsqu'on y emploie un effort suffisant; mais ils attribuoient ces exceptions aux défauts des machines.

Ces bornes n'ont été reconnues qu'au commencement du siècle passé.

4. Ce ne fut que dans le commencement du dix-septiéme siècle qu'on entreprit d'examiner si les bornes de ces phénomènes étoient déterminées, & qu'on reconnut qu'elles l'étoient. Cependant comme on tenoit encore à l'ancien jargon, l'on ne put d'abord abandonner entièrement *l'horreur*

du vuide, on entreprit de conserver ces mots chéris en les modifiant; *la Nature*, dit-on alors, *abhorre le vuide jusqu'à un certain point. Galilée* fut un des premiers qui tint ce langage; il fit des expériences sur les pompes; & ayant reconnu que toutes ces machines élevent l'eau presqu'à la même hauteur, il regarda cette hauteur comme la borne de *l'horreur du vuide*. On a peine à concevoir comment celui qui a découvert l'isocronisme des oscillations du pendule, & qui a trouvé la loi de la chûte des corps, a manqué une découverte en apparence beaucoup plus facile, & à laquelle il touchoit de si près. Le préjugé a-t-il donc aussi de la force sur de pareils génies?

5. L'esprit humain n'est point fait pour se tromper toujours sur les objets qui sont à sa portée; il ne persiste point dans les erreurs grossieres, à moins qu'on ne parvienne à les lui faire respecter; encore faut-il nécessairement que rien n'ébranle sa vénération pour l'erreur elle-même, ou pour ceux qui l'ont établie & qui la soutiennent: car si, faisant usage de sa liberté naturelle, il ôse employer l'examen; & s'il parvient à découvrir une seule des erreurs du systême, bientôt il le suspecte sur tout le reste. Le dernier siècle en fournit beaucoup d'exemples; & le sujet que je traite est un de ceux qui ont le plus contribué à cette heureuse révolution. Effet de cette découverte sur l'ancienne Philosophie.

Tant que la Philosophie d'Aristote & de ses successeurs fut respectée, on ne vit que par leurs yeux; on n'osa presque examiner, ou du moins

on rejetta comme erronné tout ce qui étoit contraire à leurs principes. Mais dès qu'on eut ébranlé cette Philoſophie ſur un ſeul point, le préjugé de l'autorité perdit ſa force, & la clef de la voûte étant enlevée, tout l'édifice fut bientôt renverſé.

L'horreur du vuide eſt limitée! dirent ſans doute alors avec étonnement les gens capables de penſer; comment donc a-t-on pu vivre auſſi long-temps dans une erreur ſi grande? Qu'eſt-ce que trente-deux pieds d'eau élevés dans une pompe, comparés à ce qu'on nous a fait croire juſqu'à préſent? N'avions-nous pas admis, d'après nos Maîtres, que cette élévation de l'eau pour empêcher le *vuide* doit être ſans bornes? & ne devroit-elle pas l'être réellement ſi la Nature regardoit le *vuide* avec *horreur?* Cherchons une cauſe plus prochaine de cet effet, & dont notre raiſon puiſſe ſe ſatisfaire. Que *l'horreur du vuide* n'entre plus dans nos recherches; abandonnons le parti des *affections* de la Nature, puiſqu'elle ſe manque ſi fort à elle-même, ne penſons plus qu'à *trente-deux pieds d'eau* ſoutenus dans le vuide, & voyons ce qui peut opérer cet effet ſans agir au-delà.

Les expériences ſuccédèrent aux raiſonnemens obſcurs.

6. Tels furent ſans doute les raiſonnemens de ceux qui oſèrent ſecouer le joug de l'autorité, & ce fut le tombeau des *vertus occultes*. On quitta les bancs de l'école pour ſe tranſporter dans les atteliers; on fit des expériences, on les répéta, on les compara, & bientôt la vérité recherchée ſe préſenta aux yeux de ceux qui s'étoient mis en état de la recevoir.

7. L'invention du Baromètre par *Toricelli*, fut le premier effet de ces recherches; voyant la colonne de mercure suspendue dans son tube, ce Physicien célèbre compara la hauteur de cette colonne avec celle de l'eau soulevée dans les pompes, & ayant reconnu que ces hauteurs étoient en raison inverse de la pesanteur spécifique de l'eau & du mercure, il pensa bientôt que leur suspension étoit dûe à un *contre-poids* commun. *Toricelli inventa le Baromètre en 1643.*

Il examina les circonstances de cette observation, & voyant que l'extrémité supérieure des colonnes d'eau & de mercure ne communiquoit point avec l'air, tandis que cette communication avoit lieu à leur extrémité inférieure, il attribua l'élévation de ces colonnes dans les tubes à l'action de l'air, dont *Galilée* avoit commencé à soupçonner la pesanteur, sans en tirer les conséquences qui en découlent. *Cette machine lui fit découvrir que l'air est pesant.*

8. Il paroît que *Descartes* n'avoit pas attendu l'expérience de *Toricelli* pour assigner à la pesanteur de l'air les effets que *Galilée* attribuoit encore à l'horreur du vuide. On voit du moins dans une lettre écrite par le premier de ces Philosophes au Père *Mersenne*, qu'il attribue au poids de l'air l'adhérence des parties des corps, & l'élévation de l'eau dans les pompes, contre le systême que *Galilée* avoit établi sur ce sujet, dans des Dialogues dont cette lettre de Descartes est une critique (1). Dans une autre lettre écrite *Il paroît que Descartes l'avoit déjà pensé.*

---

(1) *Renati Descartes Epist. &c. Amst.* MDCLXXXII. Pars II. Epist. XCI.

à ce Père, il explique aussi, par la même cause, la suspension de l'eau dans certains vases percés à leurs deux extrémités, lorsqu'on bouche l'ouverture supérieure (1). Et dans une troisiéme lettre écrite au même, il explique comment il conçoit que le poids de l'air est l'unique cause de la résistance qu'on éprouve à séparer les corps polis (2). Il est vrai que ces lettres n'ont point de date, non plus qu'une autre où *Descartes* explique même la suspension du mercure dans un tube scellé par le haut (3).

M. *Pascal* prouva la *pesanteur* de l'air par les expériences du *vuide* faites dans l'eau.

9. Dès que l'expérience & la conjecture de *Toricelli* furent répandues en France par le Père *Mersenne*, à qui on les manda d'Italie en 1644 (4), M. *Pascal* les saisit avidement. Jamais de si belles idées n'ont trouvé un génie plus propre à les développer. M. *Pascal* tourna bientôt en certitude ce qui lui avoit été présenté comme un soupçon : il pensa que, si le poids de l'air *dans lui-même* étoit la cause des

---

(1) Ibid Epist. XCIV.
(2) Ibid. Epist. XCVI.
(3) Pars III. Epist. CII.
Je trouve la même lettre sous le n°. CXI, dans l'édition de M. *Clerselier*, avec la date du 2 Juin 1631; mais cette date prouve trop : car il s'ensuivroit que dès ce temps on connoissoit le Baromètre ; ce qui n'est pas. M. *Clerselier* convient lui-même, dans la Préface du premier volume, que le manuscrit de *Descartes* n'étoit pas en ordre ; & l'Editeur de la traduction latine, soigneux d'ailleurs à mettre les dates, n'en a point mis à celle-ci.

(4) *Préface du Traité de l'équilibre des liqueurs, &c.* de M. Pascal.

Phénomènes qu'il obſervoit, le poids de l'eau *dans elle-même* devoit en produire de ſemblables; c'eſt-à-dire, que la privation d'eau devoit rompre l'équilibre de la même maniere que la privation d'air. Il fit donc toutes les expériences du *vuide* dans l'eau; il y plongea des ſoufflets, des Baromètres, des ſyphons, des ſeringues, &c. en diſpoſant les choſes de manière que l'air extérieur communiquoit par-tout où devoit ſe faire le *vuide* dans les expériences ordinaires, & que le poids de l'eau repréſentoit celui de l'air. Le réſultat confirma ces grandes idées; par-tout les effets furent proportionnels à la hauteur de l'eau. On peut voir ces expériences dans ſes *Traités de l'Equilibre des liqueurs & de la peſanteur de la maſſe de l'air.*

10. L'Angleterre eut ſa part au triomphe de la raiſon; M. *Boyle* ſe déclara contre la Philoſophie ancienne, & la pourſuivit juſques dans ſes derniers retranchemens. Il perfectionna la fameuſe *machine du vuide*, inventée par *Otto Guerick*, & fit par ſon moyen tant & de ſi victorieuſes expériences, que, malgré les efforts que firent contre lui les partiſans qu'avoient encore les *vertus occultes*, ces chimères furent reléguées dans le cerveau d'un petit nombre d'hommes endurcis par le préjugé, & moururent avec eux.

M. Boyle la prouva par la *machine du vuide.*

11. Le Baromètre ne fut d'abord conſidéré que comme un moyen de plus contre les partiſans de l'*horreur du vuide*; mais cette machine, examinée de plus près, attira bientôt les regards des Phyſiciens attentifs. *Toricelli*,

Le Baromètre ne tarda pas à indiquer des différences dans le poids de l'air.

& ensuite *Pascal*, observèrent que la hauteur du mercure n'étoit pas toujours la même dans un Baromètre fixe ; ils crurent appercevoir que ces variations de hauteur avoient quelque rapport à des changemens dans l'état de l'air, & qu'elles pouvoient annoncer les effets sensibles de ces changemens.

Mais cette indication fut d'abord très-confuse.

12. Dès-lors cet instrument fut regardé comme très-utile, & chacun voulut s'en pourvoir. On l'examina avec attention ; mais comme l'accord de ses variations avec celles de l'air ne fut pas toujours le même en apparence, on ne fut pas d'accord non plus sur la cause de ces effets. De-là des foules d'hypothèses, dont aucune n'a prévalu d'une manière décidée.

Usage du Baromètre pour mesurer les hauteurs, trouvé par M. *Pascal*.

13. Un second usage qu'on découvrit bientôt dans le Baromètre, fut celui de mesurer la hauteur des lieux. M. *Pascal* fit cette découverte. On gagne toujours à l'entendre raisonner lui-même ; c'est pourquoi je vais rapporter ce qu'il écrivoit le 15 Novembre 1647, à M. Perrier, son beau-frere, Conseiller à Clermont en Auvergne (1).

Lettre qu'il écrivit sur ce sujet à M. Perrier.

« J'ai imaginé une expérience qui pourra » seule suffire pour nous donner la lumiere que » nous cherchons, si elle peut être exécutée » avec justesse. C'est de faire l'expérience du » vuide plusieurs fois en même jour, dans un » même tuyau, avec le même vif-argent, tantôt

(1) *Traités de l'Equilibre des liqueurs & de la pesanteur de la masse de l'air*, page 171.

» au-bas, & tantôt au sommet d'une mon-
» tagne élevée pour le moins de cinq à six
» cents toises, pour éprouver si la hauteur du
» vif-argent suspendu dans le tuyau se trouvera
» pareille ou différente en ces deux stations.
» Vous voyez déjà sans doute, que cette expé-
» rience est décisive de la question, & que s'il
» arrive que la hauteur du vif-argent soit moin-
» dre au haut qu'au bas de la montagne,
» comme j'ai beaucoup de raisons pour le croire,
» quoique tous ceux qui ont médité sur cette
» matière, soient contraires à ce sentiment (1),
» *il s'ensuivra nécessairement* que la pesanteur
» & la pression de l'air est la seule cause de
» cette suspension du vif-argent, & non pas
» l'horreur du vuide, puisqu'il est bien cer-
» tain qu'il y a beaucoup plus d'air qui pèse
» sur le pied de la montagne, que non pas sur
» son sommet; au-lieu qu'on ne sauroit dire
» que la nature abhorre le vuide au pied de la
» montagne plus que sur son sommet ».

Si les Philosophes anciens n'avoient pas des Baromètres, ils avoient au moins des pompes; pourquoi n'ont-ils pas fait sur les pompes l'essai que M. *Pascal* fit sur le Baromètre?

14. M. *Perrier* exécuta l'expérience sur le *Pui-de-Dome*, de la manière prescrite par M. *Pascal*, & l'effet fut tel qu'il l'avoit prévu : le mercure s'abaissa dans le Baromètre à mesure que M. *Perrier* monta sur la montagne.

L'expérience de M. *Perrier* confirma les idées de M. *Pascal*.

(1) M. Pascal parle sans doute ici des partisans de *l'horreur du vuide*.

Plusieurs Physiciens ont répété cette expérience.

15. Je rapporterai dans la suite le détail de cette expérience (227) : pour le présent il suffit de dire, que tous les Physiciens y prirent intérêt ; qu'elle a été répétée depuis lors en divers lieux & de diverses manieres ; & qu'outre les conséquences générales qui en résultent, elle annonça que le Baromètre pouvoit être employé fort utilement pour mesurer les hauteurs.

Le Baromètre étant devenu intéressant par ses usages, on a cherché à le perfectionner.

16. Les usages du Baromètre s'étant ainsi multipliés, on entreprit de le rendre plus exact & plus commode ; il a subi divers changemens de construction ; il a présenté aux observateurs des phénomènes singuliers, & des variétés étranges ; enfin il nous est parvenu à quelques égards moins parfait, & en tout très-peu meilleur qu'il n'étoit à son origine. Suivons-le dans ses changemens & dans les principales expériences auxquelles on l'a employé.

Son histoire sera le sujet des trois Chapitres suivans.

17. Je commencerai par l'histoire des changemens faits à la construction du Baromètre : j'exposerai ensuite les diverses hypothèses qu'on a imaginées pour expliquer ses variations ; &, en troisieme lieu, je rappellerai les principales expériences faites pour appliquer cet Instrument à la mesure des hauteurs, ainsi que les diverses méthodes produites par ces expériences.

Entreprendre de rapporter tout ce que pourroit fournir l'histoire du Baromètre, seroit une chose inutile, impossible même ; il est peu de sujets en Physique sur lesquels on ait tant travaillé & tant écrit. Je me bornerai donc à ce qui m'a paru le plus essentiel pour fixer le point où l'on étoit sur cette matière, lorsque je commençai à m'en occuper.

CHAPITRE II.

Des principaux changemens faits dans la construction du Baromètre.

Baromètre de TORICELLI.

18. UN tube de verre droit & cylindrique, d'environ trois pieds de longueur, scellé hermétiquement par un bout, rempli de mercure & plongé par le bout ouvert dans un vase plein du même fluide, fut le premier Baromètre: c'est ainsi que l'inventa *Toricelli* (*). Quand après avoir rempli le tube de mercure & comprimé son bout ouvert avec le doigt, on plonge ce bout dans le vase en redressant le tube, le mercure descend en partie, & le point où il s'arrête est déterminé par l'état actuel de l'air, qui, agissant par son poids sur le mercure contenu dans le vâse, fait équilibre à la colonne renfermée dans le tube.

Description du premier Baromètre. Ce fut d'abord un tube droit.

(*) Planc. I. Fig. I.

19. Mais le Baromètre en cet état étoit une machine très-incommode, soit en elle-même, soit pour le transport; d'ailleurs, il employoit beaucoup de mercure. On pensa donc à le rendre plus commode & moins dispendieux. Pour cet effet, on recourba la partie inférieure du tube, en tournant le bout ouvert vers le haut (*): par ce moyen, l'air pesoit sur la portion du mercure qui remontoit dans la courbure

On recourba le tube par le bas.

(*) Planc. I. Fig. 2.

du tube, & la colonne de ce fluide, à compter depuis le niveau de la surface inférieure jusqu'à la surface supérieure, étoit soutenue à-peu-près de la même maniere & à la même hauteur que quand le bout ouvert du tuyau plongeoit dans un vâse. On put alors fixer le Baromètre sur une monture, & lui appliquer des divisions.

Cette seconde forme fut la meilleure.

20. Cet instrument, tout simple qu'il étoit, & quoique pris dès son commencement, avoit la meilleure forme possible. Je ne m'arrêterai pas à le démontrer à présent; le but de ce Chapitre étant plutôt d'indiquer les défauts que d'en développer les causes, je réserve ces détails pour le lieu où j'exposerai le résultat de mes propres expériences.

Mais cette forme diminuoit l'apparence des variations, & pour cela fut abandonnée.

21. L'économie & la commodité furent les seuls motifs de ce premier changement du Baromètre; on ignoroit l'avantage essentiel qui en résultoit, & cette construction fut bientôt abandonnée, lorsqu'on remarqua qu'elle rendoit les variations moins apparentes. Quand, par la diminution du poids de l'air, le mercure baissoit dans la grande branche de ce tube recourbé, son abaissement n'étoit qu'à-peu-près la moitié de ce qu'indiquoient les autres Baromètres; parce que le mercure qui descendoit de la grande branche remontant dans la petite, augmentoit d'autant le poids sur le premier niveau. Si donc on vouloit connoître le changement total du poids de l'atmosphère, il falloit déduire de la hauteur du mercure dans la grande branche, son élévation dans la petite au-dessus d'un point fixe; ce qui demandoit deux obser-

varions & une soustraction incommode; au-lieu que dans le premier Baromètre, le mercure qui descendoit du tube se répendant sur une grande surface, n'en augmentoit pas sensiblement la hauteur.

22. Le nouveau Baromètre ne pouvoit prendre faveur dans un temps où l'on cherchoit, par toutes sortes de moyens, à augmenter l'apparence des variations. On revint donc à la premiere construction, en fixant sur une monture le tube & le vase qui contenoit le vif-argent; & dans la suite on souda au tube lui-même une boule de verre d'un diamètre assez grand pour que les variations de hauteur du mercure dans le tuyau, n'en pussent pas produire de sensibles dans la boule (*). Ce Baromètre étant fort commode, devint aussi le plus commun, & l'est encore aujourd'hui. Mais en gagnant de la commodité, on perdit de l'exactitude; c'est ce que je ferai voir dans la suite (379 & 385) (1).

De-là le Baromètre à bouteille, qui est devenu le plus commun.

(*) Pl. I. Fig. 3.

23. Augmenter l'étendue des variations du Baromètre, fut un objet vers lequel les Physiciens tournèrent principalement leurs recherches, dès qu'ils apperçurent que la différence

On a cherché par plusieurs moyens à augmenter les variations du Baromètre.

---

(1) J'ai mis des *renvois* de cette premiere Partie aux suivantes, pour ceux qui se contenteront de les parcourir, ou qui s'intéresseront particulièrement à quelques-unes des matières qui composent cet Ouvrage. Quant à ceux qui se proposent de le lire avec attention, je crois que la plupart de ces *renvois* leur sont inutiles, & qu'ils feront mieux de voir dans leur place naturelle les preuves de ce que j'avancerai.

de construction rendoit ces variations plus ou moins grandes. Ils étoient alors si persuadés qu'on découvriroit bientôt le rapport des changemens du Baromètre avec ceux de l'état de l'air, qu'ils croyoient perdre beaucoup en laissant échapper la plus petite variation de hauteur du mercure. Mais tout ce qu'ils firent pour atteindre à ce but, ne servit qu'à les en éloigner. On a rendu plus sensibles les effets des grandes variations du poids de l'air sur le Baromètre, ce qui étoit très-utile; le Baromètre simple les indiquoit assez : mais en même temps on a fait obstacle aux petites variations, ou du moins on les a rendu très-irrégulières : c'est ce que prouvera le détail de différentes constructions du Baromètre, dans lequel je vais entrer.

Mais tous ces moyens ont été nuisibles à l'exactitude.

Baromètre imaginé par Descartes.

Idée de *Descartes* pour rendre les variations du Baromètre quatorze fois aussi grandes qu'elles le sont ordinairement.

(*) Pl. I. Fig. 4.

24. *Descartes* pensa le premier qu'on pouvoit augmenter l'étendue des variations du Baromètre (1). Son plan, à cet égard, étoit de prendre un tube fort long *a b* (*); d'augmenter son diamètre dans l'endroit où aboutissoit l'extrémité supérieure de la colonne de mercure, en y soudant une phiole cylindrique *c*, que pour plus de briéveté j'appellerai cylindre, & de mettre de l'eau sur le mercure, en quantité suffisante pour remplir le haut du cylindre &

(1) *Traités de l'Equilibre des liqueurs & de la pesanteur de la masse de l'air*, par *Pascal*, p. 207.

une portion du tube ſupérieur comme de *d* en *e*. Par cette conſtruction, on pouvoit rendre la variation du Baromètre environ quatorze fois plus grande qu'elle n'étoit naturellement; il ſuffiſoit pour cela d'augmenter aſſez le diamètre du cylindre.

25. Pour le prouver, ſuppoſons que la variation totale du Baromètre ſimple ſoit de deux pouces, & que le diamètre du cylindre ſoit tel que l'eau déplacée dans ce cylindre par un changement de hauteur preſqu'inſenſible du mercure produiſe une variation de 28 pouces dans la hauteur de la colonne d'eau qui communique avec le cylindre: alors la différence de preſſion de l'atmoſphère n'agira ſenſiblement que ſur la hauteur de cette colonne d'eau, parce que 28 pouces d'eau ſont équivalents à deux pouces de mercure, & par conſéquent à la différence totale de preſſion de l'atmoſphère, dans ſes plus grands changemens. Démonſtration.

26. Il y a donc un *maximum* dans l'accroiſſement que donne cette conſtruction du Baromètre à ſes variations; elle ne peut jamais excéder le rapport des peſanteurs ſpécifiques du mercure à l'eau. On obtiendroit ce *maximum*, quand le diamètre du tube pourroit être négligé comparativement à celui du cylindre. Par exemple, ſi ces diamètres étoient ſeulement comme 1 à 37, les variations dans le cylindre & dans le tube étant en raiſon inverſe des quarrés de leurs diamètres, une variation d'$\frac{1}{4}$ de ligne dans le cylindre en produiroit une de Il y a néceſſairement un *maximum* dans cette augmentation.

$\frac{37 \times 37}{4} = \frac{1369}{4}$ de ligne = 28 pouces 6 lig. $\frac{1}{4}$ dans le tube. Un Baromètre construit de cette manière produiroit sensiblement le même effet qu'un Baromètre d'eau dont la hauteur devroit être de 33 pieds. Mais si le cylindre n'avoit pas un diamètre suffisant, les variations de hauteur du mercure influant moins alors sur la hauteur de la colonne d'eau, les changemens de poids de l'atmosphère agiroient sensiblement sur les deux colonnes.

En général, *les différentes étendues de variation dans les Baromètres composés de cette manière, sont entr'elles, en raison inverse de la pesanteur spécifique moyenne des fluides qu'un même changement dans le poids de l'air y déplace, en ne considérant que l'accroissement ou diminution de hauteur de ces fluides.* Car la somme des poids des portions de colonnes de mercure & du fluide plus léger, dont la longueur totale mesure la variation du Baromètre, cette somme de poids, dis-je, étant la même dans tout le Baromètre ainsi composé, c'est-à-dire égale au poids de la portion de colonne de mercure qui mesure la variation du Baromètre simple; la longueur totale de ces deux portions de colonnes de mercure & du fluide plus léger déplacés dans les plus grandes variations du poids de l'air, c'est-à-dire l'étendue de variation du Baromètre composé, est d'autant plus grande, que la pesanteur spécifique moyenne de ces deux portions de colonne est moindre, & réciproquement.

27. Cette

27. Cette idée de *Descartes* étoit très-ingénieuse, mais il mourut avant de l'exécuter. M. *Chanut*, qui étoit alors Ambassadeur de France en Suède, & à qui *Descartes* l'avoit communiquée, entreprit de construire un Baromètre de cette espèce, mais il ne put réussir (1). *Descartes mourut sans avoir exécuté son idée.*

28. Quelques années après M. *Huygens* eut la même idée & fut plus heureux; il parvint à construire ce Baromètre : mais il le trouva sujet à un inconvénient qui lui parut insurmontable; quelque précaution qu'il pût prendre, l'eau, qui contient toujours de l'air, le laissoit échapper dans le vuide quand le tube étoit scellé, & cet air, par son ressort, diminuoit la hauteur qu'auroit dû marquer le Baromètre. *M. Huygens l'ayant exécutée, y trouva un inconvénient.*

Le Baromètre double, inventé par M. HUYGENS.

29. Cet inconvénient détermina M. *Huygens* à changer la construction de ce Baromètre; &, pour conserver ces grandes variations, il inventa la machine qui porte aujourd'hui le nom de *Baromètre double* (*). Les deux extrémités de sa colonne de mercure aboutissent dans des cylindres de verre *a* & *b*, soudés au tube ordinaire; le cylindre inférieur est joint à un second tube étroit *b c*, qui s'éleve parallèlement au premier tube; on remplit d'esprit-de-vin ou d'huile de tartre une partie du second tube, & celle du cylindre inférieur que le mercure *C'est pour y remédier qu'il inventa le Baromètre double.*

(*) Pl. I. Fig. 5.

---

(1) *Traités de l'Equilibre des liqueurs & de la pesanteur de la masse de l'air*, par M. *Pascal*, pag. 208.

n'occupe pas, comme *d*, *e*. Dans les variations de hauteur du mercure, la liqueur suit ses mouvemens; elle monte & descend dans le second tube, & ses variations de hauteur dans le tube & dans le cylindre, sont en raison inverse des quarrés de leur diamètre.

Le maximum de variation de ce Baromètre est le même que dans celui de Descartes.

30. Dans cette construction, le poids de la liqueur sur le mercure doit être toujours considéré comme joint au poids de l'air; en sorte que le mercure pourroit être sensiblement immobile, si le diamètre des cylindres pouvoit être assez grand, relativement à celui du tube qui contient la liqueur, pour qu'une variation insensible de la hauteur du mercure dans le cylindre, produisît dans la hauteur de la liqueur une étendue de variation, qui fût à celle de deux pouces, comme la pesanteur spécifique du mercure seroit à celle de la liqueur. Par exemple, 28 pouces d'eau qui s'éleveroient dans le tube par un abaissement insensible du mercure, ajoutés au poids de l'air dans sa plus grande diminution, tiendroient en équilibre une colonne de mercure sensiblement égale à celle que le poids seul de l'air soutiendroit dans sa plus grande augmentation. M. *Huygens* a démontré géométriquement que les variations de son Baromètre sont à celles du Baromètre simple, *comme quatre fois le quarré du diamètre du cylindre, est à une fois ce même quarré, plus vingt-huit fois le diamètre du tuyau qui contient la liqueur* (1).

(1) Anc. Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. tom. X, p. 542.

Il ſuit de-là, comme de la réflexion précédente, que l'étendue de 28 pouces eſt à-peu-près le *maximum* des variations de ce Baromètre, quand la liqueur eſt de l'eau commune; & que, ſi le diamètre des cylindres *a* & *b* n'eſt pas ſuffiſant, l'étendue de ces variations diminue, comme dans le Baromètre de *Deſcartes*, en raiſon inverſe de la peſanteur ſpécifique moyenne des portions de colonnes des deux fluides déplacées par un même changement dans le poids de l'air (26).

31. Cette conſtruction eſt certainement préférable à celle de *Deſcartes*; cependant elle eſt ſujette à bien des inconvéniens. Car, 1°. en diminuant les mouvemens du mercure, on ne diminue pas ſon adhérence au tube; &, puiſqu'un petit changement dans la hauteur du mercure en produit un conſidérable dans celle de la liqueur, la moindre adhérence du mercure produit une irrégularité très-ſenſible dans la marche de ce Baromètre. 2°. Le poids de l'air agit ſur le mercure par l'entremiſe de la liqueur; celle-ci, renfermée dans un canal étroit, réſiſte par le frottement à être déplacée; ſa réſiſtance à ſe mouvoir augmente quand ſa colonne eſt plus grande: elle fait donc obſtacle à la liberté du mouvement, plus ou moins, ſuivant l'étendue qu'elle occupe dans le tube. 3°. Quand la liqueur deſcend beaucoup, par une grande augmentation dans le poids de l'air, le tube reſte mouillé dans toute l'étendue que la liqueur abandonne; ce qui diminue ſon volume & la fait baiſſer plus qu'elle ne baiſſeroit ſans cela.

Avantages & défauts de cette conſtruction.

Le tube se sèche ensuite, soit par l'écoulement, soit par l'évaporation; ce qui augmente la résistance que la liqueur trouve à monter quand le poids de l'air diminue: c'est un effet très-connu dans les tuyaux d'un petit diamètre, sur lequel je ne crois pas devoir insister. 4°. L'évaporation de la liqueur est favorisée par ses balancemens dans le tube, de sorte qu'au bout de quelque temps, elle n'indique plus sur les mêmes parties de l'échelle les mêmes poids de l'air qu'elle indiquoit au commencement. 5°. Enfin, la chaleur agit sur la colonne de liqueur & la rend spécifiquement plus ou moins pesante, & ces changemens influent plus ou moins sur la hauteur du Baromètre, suivant la longueur de la colonne qui varie par les changemens de poids de l'air.

Plusieurs Physiciens ont cru que cette cause d'irrégularité pouvoit être corrigée par les variations correspondantes d'un Thermomètre. M. *Amontons* (*Mém. de l'Ac. des Sc. année* 1704) & M. *de la Hire* (année 1708) ont indiqué des méthodes qui paroissent d'abord fondées sur la théorie, quoiqu'elles manquent de plusieurs conditions nécessaires pour les rendre exactes & générales; il sera facile de le sentir quand on aura vu ce qu'exige la correction pour la chaleur dans le Baromètre simple (350 à 374), & qu'on réfléchira aux difficultés qu'y ajoûte nécessairement la complication de celui-ci. M. *Desaguliers*, dans son *Cours de Physique expérimentale* (*traduction du* P. Pezenas, *tom.* II, *pag.* 297) propose aussi un moyen de corriger les effets de

la chaleur ſur le *Baromètre double ;* il conſiſte dans un Thermomètre ſemblable en tout à la portion du Baromètre qui contient la liqueur, & dont les variations devroient être retranchées, ſuivant lui, de celles du Baromètre, pour avoir la hauteur réelle de celui-ci relative au poids de l'air ſeul. Mais M. *Deſaguliers* ne faiſoit pas attention, que, les liqueurs peſant ſuivant leur hauteur quand leur bâſe reſte la même, tout ce dont la liqueur de ce Baromètre devroit s'allonger par la chaleur à cauſe de la différence de diamètre du cylindre & du tube qui la renferment étant une augmentation réelle de poids ſur le mercure, celui-ci doit rétrograder d'autant, & remonter dans ſon tube, précisément comme ſi le poids de l'atmoſphère augmentoit de la même quantité. Ainſi la variation réelle de hauteur de la liqueur dans ſon tube, occaſionnée par la différence de chaleur dans cette liqueur conſidérée ſeule, ne ſeroit jamais qu'en raiſon compoſée directe de la hauteur actuelle de ſa colonne & inverſe de ſon changement de peſanteur ſpécifique, ſans égard à l'effet de la différence de diamètre du cylindre & du tube, qui cependant produiroit les plus grandes variations dans le Thermomètre que M. *Deſaguliers* propoſe.

Défaut de la méthode de M. *Deſaguliers* pour corriger l'effet de la chaleur ſur ce Baromètre.

LE BAROMÈTRE DOUBLE, *corrigé par le Docteur* HOOK.

32. Le Docteur *Hook* qui, en 1668, avoit préſenté à la Société Royale de Londres un

En 1685, le Docteur *Hook* imagina une autre eſpèce de *Baromètre double.*

Baromètre semblable à celui de M. *Huygens* (1), y fit encore, en 1685, des changemens utiles (2).

(*) Planc. I. Fig. 6.

A la première liqueur contenue de *b* en *c* (*), comme dans le *Baromètre double ordinaire*, il en ajouta une seconde spécifiquement plus légère & différemment colorée, qui, occupant le haut du tube ouvert de *c* en *d*, se terminoit dans un *réservoir* cylindrique *a* de même diamètre que le *cylindre e*, auquel ce tube communiquoit par le bas.

Avantages de cette construction.

33. Ce changement de construction produit

---

(1) *Transf. Ph.* n°. 185.

(2) *Ibid.* M. *de La Hire* parle de ce moyen de corriger le *Baromètre double*, comme étant de son invention (*Mém. de l'Ac. des Sc.* année 1708), & il dit qu'en 1690 il le communiqua à M. *Huygens*. M. *Amontons* revendique aussi cette idée, dans un petit ouvrage qu'il fit imprimer en 1695, intitulé : *Remarques & Expériences physiques sur la construction d'une nouvelle Clepsydre, sur les Baromètres, Thermomètres & Hygromètres; in-12*, pag. 145. Il dit avoir communiqué son idée sur la construction de ce Baromètre double, huit ou dix ans auparavant, à M. *Hubin*, Emailleur habile, & qu'il la lui a proposée comme propre à faire un bon Thermomètre, en scellant les deux tubes pendant que l'un étoit plein, & l'autre vuide d'air : ce qu'il y a même de singulier, c'est que lorsque M. *Amontons* en parla à cet Artiste, celui-ci lui montra qu'il avoit exécuté une idée assez semblable. Voilà donc quatre personnes qui prétendent à la même invention. Mais M. *Amontons* convient que son idée ne fut exécutée complettement, qu'après que M. *Hubin* eut été en Angleterre, où le Docteur *Hook* lui proposa la même chose; d'ailleurs, celui-ci a publié dix ans plutôt cette maniere de corriger le *Baromètre double*; il paroît donc juste qu'elle porte son nom.

trois avantages sensibles ; 1°. la hauteur des deux liqueurs sur le mercure est toujours la même, quel que soit le poids de l'air : car le *cylindre* & le *réservoir* étant de même diamètre, toutes les variations de hauteur qui arrivent dans l'un, se font dans l'autre d'une manière contraire ; c'est-à-dire, que, s'il sort une ligne de liqueur du *cylindre*, il en entre une dans le *réservoir*, & réciproquement. D'où il résulte que les variations de hauteur du mercure seul sont à-peu-près les mêmes dans cette construction, que dans le Baromètre simple. 2°. Le tube étroit, qui communique par le haut au *réservoir* & par le bas au *cylindre*, étant toujours rempli par les liqueurs, leur frottement dans ce tube est toujours sensiblement le même. 3°. L'étendue de variation de ce Baromètre n'a point de borne déterminée. Je viens de dire que les variations de hauteur du mercure dans ce Baromètre sont à-peu-près égales à celles qui ont lieu dans le Baromètre simple : l'effet de ces variations est donc de faire passer du *cylindre* au *réservoir*, ou du *réservoir* au *cylindre*, des volumes de liqueur égaux aux volumes de mercure qui entrent dans le *cylindre* ou qui en sortent dans les variations du Baromètre. Je suppose que la variation totale est d'un pouce (1) : on peut choisir un tube tel par sa longueur & son diamètre, qu'il puisse contenir la quantité

(1) Dans ce Baromètre la variation de chaque extrémité de la colonne de mercure n'est que la moitié du changement total de hauteur au-dessus du niveau (21).

de liqueur qui occupe un pouce de hauteur dans le cylindre, proportionner la quantité respective des liqueurs de manière que leur point de jonction, marqué en *c* dans la figure, soit au bas du tube quand le poids de l'air est le plus grand. Alors, dans la plus grande diminution du poids de l'atmosphere, ce point de jonction des liqueurs passera du bas au haut du tube sans en sortir, & le *cylindre*, de même que le *réservoir*, ne contiendront jamais que leur liqueur propre, mais en différente quantité, suivant la position du point de jonction des liqueurs dans le tube.

Il résulte de ce que je viens de faire observer dans ce Baromètre, que l'accroissement de ces variations n'a point de borne absolue; car on pourra donner au tube telle longueur qu'on voudra, & le point de jonction des liqueurs le parcourra d'un bout à l'autre, pourvu qu'on diminue proportionnellement son diamètre, ou qu'on augmente celui du *cylindre* & du *réservoir*: il faut aussi donner une longueur convenable au tube qui contient le mercure, parce que la hauteur absolue de sa colonne augmente proportionnellement à celle des liqueurs qui pesent sur lui.

Inconvéniens de cette construction.

34. Malgré ces avantages du Baromètre de M. *Hook* sur celui de M. *Huygens*, il a encore plusieurs défauts considérables. Premièrement, quoique la hauteur des liqueurs soit toujours la même dans une température constante, cependant leur poids sur la bâse n'est pas toujours le même, à cause de la différence de leur

pesanteur spécifique : M. *de la Hire* propose l'huile de tartre & l'esprit-de-vin, dont les pesanteurs spécifiques sont comme 1073 à 866 (1); or, quand le mercure est dans son plus grand abaissement, le tube *f g*, étant presque tout rempli de l'huile de tartre qui est monté du cylindre *e*, la colonne totale des deux liqueurs *b d*, pèse près d'un quart de plus sur sa bâse, que quand elle est presque toute composée de l'esprit-de-vin qui est descendu du réservoir *a*, par la plus grande élévation du mercure dans son tube. Cette différence de pression des liqueurs en divers temps, empêche qu'on ne puisse regarder des variations égales dans ce Baromètre, comme correspondantes à des changemens égaux dans le poids de l'air ; il faut nécessairement avoir égard à la différence de pesanteur spécifique des liqueurs, & à la hauteur variable de leurs colonnes. Or, moins les rapports sont simples, plus il est facile de tomber dans l'erreur. 2°. Quoiqu'il n'y ait point de différence sensible dans le frottement des liqueurs contre les parois du tube en divers temps, cependant comme il y a un frottement continuel, les mouvemens de ce Baromètre ne peuvent être aussi libres que ceux du Baromètre simple. 3°. Un autre défaut procède du passage des parties colorantes d'une liqueur dans l'autre, & de leur dépôt contre les parois du tube ; car,

---

(1) Essai de Phy. par M. Musschenbroeck ; Leyde, 1751, tom. 1, pag. 407.

par ces deux cauſes, le point de jonction des liqueurs peut devenir ſenſible avec le temps. 4°. La liqueur de ce Baromètre s'évapore comme celle du Baromètre de M. *Huygens*: M. *de la Hire* propoſe un moyen d'y remédier ; il conſiſte à marquer ſur le réſervoir *a*, le point où la liqueur ſupérieure ſe termine dans un certain état de l'air indiqué par un Baromètre ſimple & par le Thermomètre, pour reconnoître dans la ſuite, combien la quantité de cette liqueur aura diminué par l'évaporation. Je conviens que ce remède eſt poſſible, mais c'eſt toujours un inconvénient d'être obligé d'y avoir recours, parce qu'il n'eſt point commun que le Baromètre & le Thermomètre ſoient en même temps à des hauteurs données, & que juſqu'au moment où ſe fait la vérification, on ne peut tabler ſur rien de certain. 5°. La chaleur agit ſur les liqueurs de ce Baromètre : il eſt vrai qu'elle ne fait pas auſſi inégalement varier leur hauteur que dans le Baromètre de M. *Huygens*, à cauſe du réſervoir ſupérieur ; mais il eſt bien plus difficile de déterminer ſon effet ſur le mouvement du point de jonction de ces liqueurs, parce que leur dilatabilité eſt différente. Ce Baromètre a pluſieurs autres défauts auxquels je ne m'arrêterai pas ; ils dépendent de quelques principes que j'établirai ailleurs, & dont l'application ſera facile. (408, 451 *& ailleurs*).

LE BAROMÈTRE A POULIE, *inventé par le Docteur* HOOK.

35. Je n'ai pas voulu interrompre l'histoire du *Baromètre double*, en plaçant à sa date une invention du Dr. *Hook*, qui tend à la même fin (1). Cet homme ingénieux inventa, en 1668, le *Baromètre à poulie*, qui, pour des observations peu délicates, offre bien des agrémens. Il est fait d'un tube simplement recourbé *a b* (*); un poids de fer ou de verre, suspendu à un fil, repose sur l'extrêmité inférieure de la colonne de mercure en *c*; le fil passe sur une poulie *d*, & porte, à l'autre bout, un contrepoids *e*, qui le tient tendu (2). Quand la hauteur du mercure varie, le poids suit ses mouvemens; il les communique, par le fil, à la poulie, celle-ci à une aiguille *f*, placée à l'une des extrémités de son axe, & l'aiguille indique, sur un cadran *f*, *g*, *h*, les changemens de hauteur du mercure.

Le Docteur *Hook* avoit déjà inventé le *Baromètre à poulie* en 1668.

(*) Planc. I. Fig. 7.

36. Cet instrument est très-susceptible de

Avantages & inconvéniens du *Baromètre à poulie*.

(1) Transf. Ph. n°. 185.

(2) C'est la méthode ordinaire; mais je préfère d'employer deux fils, l'un attaché au poids, l'autre au contrepoids, & de fixer ces fils séparément à la poulie, afin d'empêcher qu'ils ne glissent. Il faut alors que l'aiguille puisse changer aisément de position sur son axe; car avec le temps, l'allongement du fil auquel le poids est suspendu, la nécessité de nettoyer de temps en temps le tube, & bien d'autres causes, font que l'indication de l'aiguille n'est pas d'accord avec la hauteur du mercure.

décoration; il est aussi fort commode pour voir, d'un coup-d'œil, les variations du Baromètre, qu'il rend très-sensibles; mais il n'est pas d'un usage général, & il est peu propre à des observations délicates; car, 1°. il se dérange très-aisément dans le transport; il ne peut donc servir qu'en restant fixe. 2°. La portion de mercure qui communique avec l'air extérieur se salit nécessairement, & n'a plus alors assez de liberté pour suivre avec exactitude les impressions du poids de l'atmosphère (386). On peut, il est vrai, nettoyer de temps en temps le mercure & la portion de tube où il se meut; mais l'attirail qui l'environne rend cette opération longue & difficile. 3°. Plus on s'éloigne d'un premier mobile, moins les derniers effets conservent de correspondance avec les premiers, à cause des résistances, des frottemens & de l'action des causes extérieures, qui augmentent avec le nombre des mobiles. Ce principe est connu, & son application au *Baromètre à poulie* est aisée.

Le Baromètre incliné, inventé par le Chevalier MORLAND.

Invention du *Baromètre incliné*, par le Chevalier *Morland*, Anglois.

37. Un autre moyen d'augmenter les variations du Baromètre, est celui que M. *Musschenbroeck* attribue au Chevalier *Morland* (1), le

---

(1) *Essai de Ph.* par M. *Musschenbroeck*; Leyde 1751, pag. 628.

même à qui nous devons le *porte-voix*. Je n'ai pu trouver la date précise de l'invention, ni le nom de l'Auteur dans un Ouvrage original : j'ai vu seulement qu'en 1698 M. *Derham* donna la description de ce Baromètre dans les *Transf. Ph.* N°. 236, & qu'il dit la tenir d'un de ses amis.

Le moyen dont je parle consiste à donner une inclinaison plus ou moins grande à la partie supérieure du tube (*), afin que le mercure soit obligé de parcourir un long espace pour changer sa hauteur verticale conformément aux changemens du poids de l'air.

(*) Planc. I. Fig. 8.

38. Cette idée étoit trop ingénieuse pour être négligée; aussi le *Baromètre incliné* est-il devenu fort commun. Cependant, il ne peut convenir pour des observations exactes, à cause de l'augmentation de frottement du mercure, produite, tant par la plus grande étendue de son trajet, que par son appui sur la partie inclinée du tube, outre qu'il est presqu'impossible de déterminer exactement la hauteur verticale de la colonne de mercure, à cause de l'inclinaison de son extrémité supérieure.

Ses avantages & ses défauts.

Le Baromètre en équerre de M. Jean Bernoulli.

39. Un autre Baromètre qui a mérité l'attention des Physiciens, est celui dont M. *J. Domin. Cassini* est le premier inventeur, & qui cependant a porté le nom de M. *Jean Bernoulli*, parce que ce Mathématicien célebre, ayant eu la même idée, la publia le premier vers l'année

Description du *Baromètre en équerre.*

(*) Pl. I. Fig. 9.

1710 (1). Il est fait de deux tubes d'inégal diamètre, *a b*, & *b c* (*), soudés ensemble en *b*, & courbés à angle droit en *d*. Le tube de plus grand diamètre est placé verticalement & se termine, dans le haut, par un cylindre *a*; ce tube contient la colonne de mercure, dont la hauteur marque le poids de l'air. L'autre tube, dont le diamètre est plus petit, est dans une position horisontale; il reçoit l'excédent du mercure, qui, par conséquent, se meut horisontalement, quand la hauteur de la colonne varie dans le tube vertical.

Ses avantages.

40. Ce Baromètre a plusieurs avantages.

---

(1) Quand la description du Baromètre de M. *Bernoulli* fut présentée à l'Académie des Sciences de Paris, on informa ce Savant, que M. *J. Dom. Cassini* avoit eu la même idée plusieurs années auparavant : mais qu'il l'avoit négligée, parce qu'elle ne lui avoit pas réussi dans la pratique; l'air extérieur s'étoit mêlé avec le mercure dans le tube horisontal. Il est vrai que cet inconvénient est à craindre quand on ne prend pas les précautions nécessaires pour que ce tube & le mercure soient bien nets. M. *Bernoulli* les avoit prises, puisqu'il réussit dans l'exécution de son idée, & que depuis lors on a fait usage de ce Baromètre : c'est donc à lui qu'on le doit; & par cela même il est bien naturel qu'il porte son nom. (Voyez HERMANNI *l'horonomia*, &c. *in*-4°, pag. 177). M. *Hermann*, en donnant dans cet ouvrage, imprimé en 1716, la Description du Baromètre de M. *Bernoulli*, dit, qu'il la tient de lui-même, & que ce Baromètre étoit inventé depuis plusieurs années. La même Description se trouve dans le Recueil des Ouvrages de M. *Bernoulli*, fait par M. *Cramer*, qui a pour titre JOANNIS BERNOULLI *opera omnia*; tom. II. n°. XCVIII, p. 207.

D'abord, à ne considérer que ce qui se passe dans le tube vertical, la variation du mercure n'y est point diminuée par le changement de hauteur de son niveau en-bas, puisque ce niveau reste toujours le même, la branche qui le détermine étant horisontale : l'extrémité supérieure de la colonne indique donc seule la totalité de chaque variation de poids de l'air; mais ce n'est là qu'un bien petit avantage pour l'augmentation de *sensibilité*, en comparaison de celle que produit la différence de diamètre des tubes. Cette augmentation est presque illimitée; car, plus le diamètre du tube horisontal est petit par rapport à celui du cylindre *a*, plus la variation du mercure dans le premier est grande pour un même changement de hauteur dans le dernier, les espaces parcourus en même temps dans l'un & l'autre étant en raison inverse des quarrés de leurs diamètres : de sorte qu'en donnant ½ ligne de diamètre à la branche horisontale & 5 lig. au cylindre, le mercure fera cent fois plus de variation dans la premiere que dans celle-ci.

41. On ne peut disconvenir que ce Baromètre ne soit très-agréable dans l'usage ordinaire, par sa *sensibilité*; mais il a, comme tous les Baromètres de ce genre, des défauts probablement inévitables pour les observations exactes.

1°. Les Baromètres de cette espèce ne peuvent indiquer uniformément le poids de l'air, si le cylindre *a* n'est pas toujours de même diamètre, parce que la position horisontale du tube *b c* *Défauts du Baromètre en équerre.*

fait qu'il repréſente un ſimple réſervoir, & empêche que l'égalité de rapport entre les diamètres de ce tube & du cylindre *a* ne ſoit ſuffiſante pour produire cette uniformité : c'eſt ce qu'on déduira aiſément de ce que je dirai dans la ſuite ſur l'effet des diamètres des tubes (381 à 386). 2°. Le mercure éprouve un frottement conſidérable dans la branche horiſontale, tant à cauſe de ſon petit diamètre, que par ſa poſition, la colonne de mercure preſſant ſur le fond de ce canal de tout ſon poids : or ce frottement fait obſtacle au mouvement du mercure, & l'empêche d'atteindre le point où il devroit être pour indiquer le poids actuel de l'air. Pendant les grands abaiſſemens du mercure, il peut remonter de deux lignes dans les Baromètres ordinaires, ſans qu'il faſſe aucun mouvement dans celui-ci. Il eſt vrai que la différence n'eſt pas ſi grande dans les autres poſitions du mercure, qu'elle eſt beaucoup moindre lorſqu'il deſcend, & que même on peut aider le mercure à monter en ébranlant le tube; mais, dans tous ces cas, on ne peut s'aſſurer parfaitement qu'il ſe fixera toujours au point correſpondant à l'état de l'atmoſphère.

Eſſai ſur la cauſe du retardement que le mercure éprouve lorſqu'il monte dans le *Baromètre en équerre.*

42. La grande différence de retardement qu'éprouve le mercure dans ce Baromètre entre ſa deſcente & ſon aſcenſion, vient ſans doute de ce que la jonction des colonnes d'air & de mercure ſe fait au point le plus bas du Baromètre, c'eſt-à-dire dans le tube horiſontal : voici ce qui me paroît réſulter de cette circonſtance. Quand le poids de l'air diminue, &

& que le mercure tend à descendre, c'est un fluide incompressible qui agit pour déplacer un fluide compressible; ce qu'il fait aisément : mais quand le poids de l'air augmente, & tend à soulever le mercure, la compressibilité de l'air affoiblit son action contre le mercure; & il faut qu'il ait acquis un certain dégré de condensation pour que le mercure soit repoussé & déterminé à monter.

43. Il n'en est pas de même des autres Baromètres, où l'action des colonnes d'air & de mercure l'une contre l'autre se fait dans le sens vertical; car on peut considérer, dans ces Baromètres, deux colonnes distinctes, dont l'une n'est que de mercure, & l'autre est composée de mercure & d'air : ces deux colonnes se réunissent par leur bâse, qui est de mercure dans l'une & dans l'autre, & par conséquent elles ont à-peu-près la même faculté pour se repousser alternativement, quand la pesanteur de l'une excède celle de l'autre.

Cette cause ne peut agir que foiblement dans le Baromètre ordin.

44. Cependant il reste toujours, dans tous les Baromètres, une petite différence dans la résistance qu'éprouve le mercure à ses différens mouvemens; elle est un peu plus grande dans l'ascension que dans la descente. Il est rare qu'on fasse abaisser la colonne de mercure en frappant le tube; & presque toujours, au contraire, elle s'élève un peu quand le Baromètre tend à monter. On peut aussi la faire élever, en frappant le Baromètre vivement, lors même qu'elle tend à descendre, parce que l'oscillation horisontale qu'on occasionne dans le mercure,

Elle y a cependant quelqu'influence.

diminue sa pression verticale; mais, quand le mercure s'est élevé par cette cause, il redescend dès qu'elle a cessé.

Examen des effets que la chaleur produit sur le *Barom. en équerre.*

45. Un troisiéme défaut pour les observations où l'exactitude est nécessaire, vient de la difficulté d'évaluer les effets que la chaleur opère sur ce Baromètre; car non-seulement elle n'agit point sur celui-ci comme sur les autres: mais encore ses effets varient dans le même Baromètre en divers temps, & ne sont point les mêmes dans tous les Baromètres de cette espèce. Pour démontrer ces propositions d'une maniere absolue, il faudroit entrer dans des détails qui ne sont pas ici de mon sujet; c'est-pourquoi je me contenterai d'indiquer les différences qui doivent être produites par la diversité des cas. Si la chaleur, dont l'effet immédiat est de dilater le mercure, augmente la hauteur de ce fluide dans les Baromètres en général (1), elle doit augmenter celle de la colonne verticale du Baromètre de M. *Bernoulli*, & par conséquent produire à cet égard un effet semblable à celui que produiroit l'augmentation du poids de l'atmosphère; mais en même temps la chaleur dilate la colonne horisontale, qui s'allongeant par cette raison, semble indiquer que le poids de l'air diminue: ainsi les indications des deux colonnes changent en même temps en sens contraire. Quand le mercure

(1) Voyez la raison de cette expression conditionelle n°. 107 à 111, l'existence de la condition n°. 353, & la principale cause des doutes, *ibid.*

eſt à ſa plus grande hauteur, la colonne horiſontale ſe terminant en *b*, eſt preſque nulle; au contraire, dans les abaiſſemens du mercure, ſoit par le changement du poids de l'air dans le même lieu, ſoit par le tranſport du Baromètre en des lieux élevés, la colonne horiſontale parvenant juſqu'en *c*, peut égaler en longueur & même ſurpaſſer la colonne verticale : ainſi, dans le même Baromètre, les effets de la chaleur, ſur les indications des deux colonnes, changeront autant qu'il y a de différens cas entre les deux extrêmes. Il eſt aiſé de conclurre de la différence des effets de la chaleur ſur le même Baromètre en divers temps, qu'il doit y avoir auſſi de la différence entre les Baromètres de la même eſpèce qui ne ſeront pas ſemblables dans le rapport des diamètres des tubes, & dans la quantité de mercure; c'eſt-pourquoi je n'inſiſte pas ſur ce point. Les Géomètres ne ſeront pas arrêtés par ces différences; ils verront, d'un coup-d'œil, les moyens de trouver une formule qui renferme toutes ces conditions. Mais puiſque les Phyſiciens qui conſultent l'expérience n'ont pas été d'accord ſur les effets de la chaleur dans le Baromètre ſimple (107 à 111), combien moins peut-on eſpérer de trouver une règle exacte & générale dans une ſi grande complication d'effets ! Par cette raiſon, de même que par les deux précédentes, il ne me paroît pas que le Baromètre de M. *Bernoulli* puiſſe être employé utilement à des obſervations délicates.

Le Baromètre Conique, *inventé par M. Amontons.*

M. *Amontons* inventa le *Baromètre conique* en 1695.

46. M. *Amontons* inventa, en 1695, un Baromètre dont les variations peuvent être considérablement plus grandes que celles du Baromètre ordinaire (1). (*) Il consiste en un tube *a b*, de trois à quatre pieds de longueur, ou plus encore, scellé par un bout; son diamètre peut être d'une ligne à l'extrémité scellée *a*, & il doit augmenter insensiblement jusqu'à l'autre extrémité. Il renferme une colonne de mercure qui occupe environ 29 pouces de longueur, quand elle appuie contre le sommet du tube. Lorsqu'on redresse ce Baromètre, la colonne de mercure, étant de la longueur que je viens d'indiquer, est plus pesante qu'une colonne d'air de même bâse, elle descend donc & laisse le haut du tube vuide d'air : mais cette colonne, en descendant, passe successivement dans des portions du tube dont le diamètre s'élargit de plus en plus; ce qui l'oblige à s'accourcir, jusqu'à ce qu'elle soit devenue à-peu-près égale à celle qui est soutenue dans le Baromètre ordinaire au moment de l'observation; elle s'arrête alors en *c d*, par

Description de ce Barom. (*) Pl. I. Fig. 10.

(1) M. *Halley* annonça le *Baromètre conique* en 1720, comme étant une nouvelle invention de M. *Patrick*, Artiste Anglois fort renommé dans ce temps-là (*Philosop. transact.* n°. 366); mais il se trompoit, car la description de ce Baromètre avoit déjà été donnée en 1695, par M. *Amontons*, dans le petit ouvrage dont j'ai parlé ci-devant (32, *note*) page 123.

extraordinaire, parce qu'elle eſt en équilibre avec l'atmoſphère.

Si le poids de l'air diminue, la colonne s'abbaiſſe & occupe alors une portion du tube dont le diamètre eſt plus grand, & par conſéquent elle devient plus courte; s'il augmente, elle remonte, & s'allonge par la raiſon contraire : en un mot, elle s'arrête toujours dans une portion du tube dont le diamètre moyen eſt tel qu'il la réduit à-peu-près à la longueur de la colonne ſoutenue dans le Baromètre ordinaire au moment de l'obſervation. Plus le rétréciſſement du tube en remontant du bout ouvert au bout fermé eſt inſenſible, plus la colonne de mercure parcourt d'eſpace pour acquérir la longueur exigée par les variations de poids de l'atmoſphère.

47. Si M. *Amontons* a trouvé cette conſtruction *a priori*, je ne vois rien de plus ingénieux; &, quoi qu'il en ſoit, la machine en elle-même eſt très-intéreſſante, & mérite d'être plus connue. Elle prouve, ſans équivoque, la peſanteur de l'air, de même que ſes accroiſſemens & diminutions, & l'on en peut tirer des démonſtrations très-commodes dans l'hydroſtatique. Avantages du *Bar. conique.*

48. Mais quoique cet inſtrument fourniſſe un excellent Baroſcope, il ne peut ſervir de Baromètre exact. L'étendue de ſes variations eſt trompeuſe dans ce dernier uſage; car, pour que les changemens de poſition de ſa colonne fuſſent proportionnels en étendue à ceux qui arrivent à ſa longueur, il faudroit une régularité dans la diminution du diamètre du tube, qu'il eſt preſqu'impoſſible d'obtenir. On Ses défauts.

eſt donc réduit, preſque néceſſairement, à meſurer la longueur de la colonne, & alors ce n'eſt qu'un Baromètre ordinaire, plus incommode même & plus ſujet à erreur : car, 1°. il eſt moins commode de meſurer la longueur de cette colonne, que d'obſerver la hauteur du Baromètre ordinaire. 2°. La colonne éprouve un frottement très-grand dans le tube, parce qu'elle ſe meut preſque comme ſi elle étoit ſolide, c'eſt-à-dire en gliſſant de toute ſa longueur dans l'intérieur du tube. 3°. Les changemens de poſition de la colonne de mercure dans ſon tube, produiſent le même effet que ſi elle paſſoit dans des tubes de différens diamètres ; or, par une obſervation de M. *de Plantade*, dont je ferai mention dans ce même chapitre (101), la preſſion de cette colonne ſur l'air qui la ſoutient ne peut être proportionnelle à ſa hauteur.

Tous les moyens d'augmenter les variations du Baromètre ont été nuiſibles à l'exactitude.

49. Tels ſont les principaux moyens qu'on a mis en œuvre pour augmenter les variations du Baromètre ; il n'en eſt aucun qui ne tende en même temps à diminuer l'exactitude des obſervations ; c'eſt ce que je crois avoir prouvé. Il ne me reſte plus, ſur ce ſujet, qu'à montrer en général l'inutilité de ces recherches, du moins pour l'objet qu'on s'eſt propoſé en les faiſant.

Inutilité de cette recherche.

50. La variation de hauteur du mercure, dans un tube, eſt toujours la cauſe prochaine de tous les mouvemens dont on a cherché à augmenter l'étendue. Je ferai voir, dans la ſuite, que, malgré un grand nombre de corrections que j'ai faites au Baromètre ſimple, je n'ai pu

parvenir à le rendre exact qu'à $\frac{1}{16}$ & même quelquefois à $\frac{1}{8}$ de ligne près : or un seizieme de ligne se mesure très-aisément à l'œil dans le Baromètre simple (365); & quant à ceux pour qui leur vue est un obstacle, de bonnes lunettes peuvent leur tenir lieu de toutes les constructions dont j'ai parlé.

51. J'en dis autant d'une espèce de micromètre appliqué par M. *Derham*, en 1668, à l'usage du Baromètre (1) : c'est un index qu'on conduit avec la main, jusqu'à ce qu'il aboutisse à la surface du mercure; cet index est porté par une régle dentée, qui, faisant mouvoir un pignon, peut indiquer, par une aiguille sur un cadran, & en très-petites parties d'une ligne, la hauteur du mercure qui doit correspondre à l'index. Je compare toutes ces inventions, indépendamment des défauts réels qu'elles occasionnent, au micromètre d'un secteur qui indiqueroit les tierces de dégré, tandis qu'on ne peut s'assurer, à une seconde près, ni de l'exactitude de l'instrument lui-même, ni de celle de l'observation; c'est-à-dire, que le fil à plomb, & celui de la lunette, partagent en deux parties parfaitement égales, l'un le point de la division, l'autre celui auquel on vise.

Micromètre de M. *Derham*, inutile.

(1) Tr. Ph. n°. 237.

Baromètre réduit de M. Amontons.

On a cherché à diminuer la longueur du Baromètre.

52. Pendant que quelques Physiciens songeoient à augmenter les variations du Baromètre, d'autres cherchoient à diminuer la hauteur de son tube, pour le rendre plus commode. M. *Amontons*, qui s'étoit occupé du premier objet, imagina lui-même, en 1688, un moyen de réduire à volonté la hauteur du Baromètre (1).

---

(1) *Anc. Hist. de l'Ac. des Sc.* tom. 11, pag. 39. Dans le *Journal de Trévoux* du mois de Mars 1723, on attribue cette invention à M. *Gauger*, *Avocat au Parlement & Censeur Royal des livres*; on le fait même avec beaucoup d'appareil. Suivant ce que disent les Journalistes, il paroît que M. *Gauger* avoit proposé aux Physiciens, en 1710, un problême dont voici les principales conditions. « Faire un Baromètre & un Thermomètre dont » les tuyaux & les tubes ou boîtes soient égaux chacun » à chacun, en hauteur & en grosseur, &c.... *dont la* » *hauteur soit de 15, de 30, de 50 pouces, & plus ou* » *moins*, si l'on veut; dont la *sensibilité*, ou la diffé» rence du grand froid au grand chaud dans le Thermo» mètre, & de la moindre à la plus grande pression de » l'air dans le Baromètre, soit non-seulement égale, *mais* » *même plus grande que leur hauteur*, *&c....* & dont » enfin l'on puisse faire en un moment du Thermomètre » un Baromètre, & du Baromètre un Thermomètre, » sans rien changer à la longueur, à la largeur, ni à » la situation de leurs tuyaux ni boîtes, ni à la qualité, » quantité ou disposition de leurs liqueurs ».

La solution du problême, qu'on attribue à M. *Gauger*, n'est que le Baromètre de M. *Amontons*, dont il est question dans le texte, combiné avec celui du Docteur *Hook*, auquel prétendoit aussi M. *Amontons* (32 & *note*). Dès l'année 1688 M. *Amontons* avoit indiqué le moyen

53. L'invention de M. *Amontons* consiste à joindre plusieurs tubes les uns auprès des autres, de manière qu'ils communiquent alternativement par le bas & par le haut (*). Le premier tube *a b*, est plein de mercure; il est joint en *b* à un tube *b c*, rempli d'air ou de quelque liqueur; celui-ci communique en *c* à un troisième tube *c d*, qui est plein de mercure, & ainsi de suite. Deux colonnes de mercure & une d'air (c'est le cas de la figure) réduisent la hauteur des colonnes de mercure à 14 pouces,

Description du *Baromètre réduit* de M. *Amontons*.

(*) Pl. I. Fig. 11.

---

de diminuer la hauteur du Baromètre à volonté, & ainsi de faire des Baromètres *dont la hauteur soit de 15, de 30 ... pouces & ... moins* (voyez le texte) *:* mais non, j'en conviens; *de 50 pouces & plus :* c'est aussi ce que M. *Gauger* n'a pas fait lui-même, quoiqu'il l'ait annoncé en 1722, à moins qu'il ne veuille parler de l'allongement du dernier tube & de l'addition d'un réservoir pour contenir une troisieme liqueur, construction dont il parle, il est vrai, mais trente-sept ans après le Docteur *Hook* (32); & même encore cette condition ... *dont la sensibilité ...* soit *même plus grande que leur hauteur*, n'est qu'un jeu de mots, si l'on prétend que la variation dans un des tubes plus long que les autres, est plus *grande* que la *hauteur* du Baromètre; elle est contradictoire, si l'on dit avoir dans le même instrument, un Baromètre dont un tube est *haut* de 50 pouces, par exemple, & un Baromètre dont la variation étant moindre de 50 pouces, *est plus grande que cette même hauteur.* Quant à la condition de faire du *Thermomètre un Baromètre, & du Baromètre un Thermomètre*, M. *Amontons* l'avoit déjà trouvée en 1695; il ouvroit ou fermoit pour cet effet le haut du tube qui, dans le Baromètre, doit communiquer avec l'air extérieur, (32, *note*).

(14 × 2 = 28); quatre colonnes de mercure & trois colonnes d'air réduisent cette hauteur à 7 pouces, (7 × 4 = 28) &c. En un mot, il suffit que la somme des hauteurs des colonnes de mercure, soutenues par l'air, soit égale à 28 pouces, & qu'il y ait entr'elles un fluide moins pesant qui transmette la pression des unes sur les autres. Quand le vuide se fait au-dessus de la premiere colonne de mercure, en redressant le Baromètre, cette colonne s'abbaisse un peu dans le premier tube, & remonte d'autant dans le second, en soulevant la premiere colonne d'air : l'action de celle-ci change de direction dans la courbure supérieure, au-delà de laquelle elle agit de haut en bas sur la seconde colonne de mercure, par la force que lui communique la première : cette pression, jointe au poids de la seconde colonne de mercure, produit le même effet que si le poids de cette colonne étoit double; c'est par cette force que la seconde colonne de mercure agit pour soulever la seconde colonne d'air, & ainsi de suite. Le poids des colonnes de mercure s'ajoûte donc successivement des unes aux autres, & la derniere agit contre l'air extérieur par la somme de tous ces poids. Chaque courbure supérieure doit avoir un petit tube semblable à *g*, qui sert à introduire le mercure dans les deux tubes auxquels il communique : on le scèle après cette introduction. Dans les changemens du poids de l'air, toutes les colonnes se meuvent séparément comme autant de petits Baromètres, & la variation de

chaque colonne diminue proportionnellement à leur nombre. Pour ſuppléer à cette diminution, trop oppoſée au deſir de tous les obſervateurs, M. *Amontons* donna à ſa machine la propriété du Baromètre double, en plaçant ſur la dernière colonne de mercure une colonne de liqueur qui ſe terminoit dans un tube capillaire *e f*; & les cylindres *a*, *b*, *c*, *d*, contribuent à l'étendue de la variation de cette liqueur comme dans le Baromètre double (29). Pour éviter le mêlange des colonnes de mercure qui ſe fait au moindre mouvement du Baromètre, quand elles ne ſont ſéparées que par des colonnes d'air, on emploie des liqueurs incompreſſibles, comme l'eau, l'eſprit de vin, &c.; ce qui augmente un peu la hauteur des colonnes de mercure (1).

---

(1) M. *Paſſement*, habile Ingénieur en inſtrumens de Mathématique à Paris, a imaginé depuis peu deux moyens d'augmenter l'apparence des variations dans ce Baromètre. L'un conſiſte à ſubſtituer un tuyau en zigzag au tuyau droit *b g* (fig. 11) placé entre les deux colonnes de mercure, d'environ 14 pouces : ce tuyau eſt rempli de deux liqueurs de différentes peſanteurs ſpécifiques & diverſement colorées, comme dans le Baromètre du Docteur *Hook*, dont j'ai parlé ci-devant (32), & le point de jonction des liqueurs, qui parcourt toute l'étendue du zigzag, ſi le tuyau qui le forme eſt aſſez étroit, marque la variation du Baromètre par un trajet qui peut être fort long. L'autre moyen conſiſte à laiſſer droit le tuyau *b g*, qui contient les deux liqueurs ; mais à le prolonger au-deſſus des tubes qui contiennent le mercure, en le faiſant redeſcendre pour le réunir au réſervoir *c* : dans cette conſtruction, le point de jonction des liqueurs

Cette invention de M. *Amontons* est ingénieuse, mais inutile à cause de ses défauts.

54. Cette idée de M. *Amontons* est très-ingénieuse; mais elle n'est d'aucune utilité dans la pratique, parce qu'il est impossible de donner à cette machine un dégré suffisant de régularité. J'ai tenté vainement de purger d'air, tant le mercure que le fluide intermédiaire; &, dans ce mélange toujours inégal, de trois substances si différentes, la chaleur produit des effets qu'il est impossible de déterminer pour tous les cas. D'ailleurs, le frottement augmente par la multiplication des tuyaux & de leurs courbures; &, par ces deux causes, les mouvemens de ce Baromètre sont très-irréguliers (1).

Baromètre réduit de M. DE MAIRAN.

M. *de Mairan* a diminué la longueur du Barom. pour un usage particulier.

55. Un autre *Baromètre réduit*, dont l'utilité est très-grande, est celui de M. *de Mairan*. Quoiqu'il n'ait pas un rapport direct au sujet de cet ouvrage, comme il s'agit dans ce chapitre des Baromètres en général, je crois devoir faire mention de celui-ci.

---

parcourt un espace d'autant plus grand, que l'on fait le tuyau plus long, & proportionellement plus étroit. Dans l'un & l'autre de ces Baromètres la jonction des liqueurs & du mercure doit se trouver dans des cylindres, comme je l'ai dit des Baromètres de M. *Huygens* & du Docteur *Hook* (29, 35); on proportionne le diamètre de ces cylindres à l'étendue qu'on veut donner à la variation du Baromètre, & au diamètre du tube qui renferme les liqueurs.

(1) Les Baromètres de M. *Passement*, dont j'ai parlé dans la note précédente, sont sujets aux mêmes inconvéniens.

56. Le Baromètre a toujours servi de *Manomètre* (1) dans la Pompe pneumatique; c'est par son moyen qu'on détermine le dégré de dilatation de l'air dans le récipient. On l'employoit autrefois de deux manières; les uns se servoient d'un tube ouvert par les deux bouts, placé sous la machine; il plongeoit dans un vâse plein de mercure, & communiquoit, par le haut, avec le récipient au travers de la platine qui le supporte. La hauteur de la colonne de mercure qui s'élevoit dans ce tube, comparée à celle du Baromètre dans ce moment-là, indiquoit à-peu-près la différence de dilatation de l'air extérieur & de celui qui restoit dans le récipient de la machine. D'autres employoient plus utilement le Baromètre ordinaire, en l'enfermant sous un récipient propre à le contenir: les différentes hauteurs du mercure dans ce Baromètre, indiquoient immédiatement les dilatations successives de l'air renfermé dans le récipient.

Manomètre à l'usage de la pompe pneumatique.

57. Mais ces deux moyens étoient fort incommodes; c'est ce qui conduisit M. *de Mairan* à réduire la hauteur du Baromètre ordinaire. Voici la description que M. *du Fay* donne de cette machine (2).

Le Barom. réduit de M. de Mairan, est le meilleur Manomètre dans ce cas.

« (*) Le Baromètre de M. *de Mairan* est » semblable, pour la forme, aux Baromètres

Description du Baromètre réduit de M. *de Mairan*, par M. *du Fay*.

(*) Planc. I. Fig. 12.

(1) *Manomètre* ou *mesure de la rareté*, vient de *μανος rare*, & de *μετρον mesure*.

(2) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1734, *in*-12. pag. 486.

» ordinaires, si ce n'est qu'il n'a en tout que
» trois pouces de long, ou environ; on le
» remplit tout entier de mercure, ainsi que
» la partie inférieure de la boule, & on l'ajuste
» sur un petit pied, afin qu'il puisse demeurer
» dans une situation verticale. Lorsqu'on veut
» connoître, par le moyen de cet instrument,
» la quantité dont l'air est dilaté dans le ré-
» cipient, on le pose sous ce récipient sur la
» platine de la machine pneumatique; on con-
» çoit assez que les premiers coups de piston
» ne font aucun effet sur ce Baromètre; mais
» lorsque l'air est dilaté au point que le Ba-
» romètre ordinaire seroit descendu de 24
» pouces, ou environ, celui-ci commence à
» agir; & si on le fait descendre de 2 pouces,
» on doit juger que le Baromètre ordinaire
» seroit descendu de 26 pouces, ainsi du reste.
» On ajuste à ce Baromètre une petite règle de
» cuivre divisée en pouces & en lignes; &, si
» l'on veut que les opérations soient faites avec
» toute la justesse que l'on peut désirer, il faut
» avoir égard à la hauteur actuelle du Baro-
» mètre ordinaire lors de l'expérience ».

L'usage général que les Physiciens font de cette machine depuis qu'elle est connue, en fait assez l'éloge.

Baromètre à l'usage de la mer, du Docteur Hook *& de M.* Amontons.

Le Docteur *Hook* & M. *Amontons* inventérent, l'un

58. Dans les commencemens d'une découverte dont les conséquences & les usages sont

en grand nombre, il eſt très-ordinaire de voir la même idée ſe préſenter à pluſieurs de ceux qui s'en occupent; l'hiſtoire du Baromètre en fournit beaucoup d'exemples : on l'a déjà vu dans la correction du *Baromètre double*, (32, *note*) & dans l'invention du Baromètre en équerre (39); voici un autre exemple qui n'eſt pas moins remarquable. Le même Docteur *Hook*, dont il eſt queſtion dans le premier exemple que je viens de citer, inventa, en 1700, un Baromètre à l'uſage de la mer, décrit par M. *Halley* dans les *Tr. Ph.* n°. 269; à-peu-près ſemblable à celui que M. *Amontons*, inventeur de deux autres Baromètres dont j'ai parlé, imagina en 1705 (1). en 1700, l'autre en 1705, un Barom. à l'uſage de la mer.

Il eſt aiſé de concevoir comment ces deux hommes ingénieux eurent ſéparément la même idée. Ce Baromètre n'eſt que le *Thermomètre d'air* connu alors par tous les Phyſiciens, & dont M. *Amontons* s'étoit aſſez occupé pour avoir reconnu par lui-même, que le poids de l'air extérieur agiſſoit ſur lui d'une manière ſenſible, & qu'en décompoſant ſes variations par le moyen d'un Thermomètre de liqueur, il pourroit ſervir de Baromètre.

Cet inſtrument conſiſte en un tuyau recourbé *a*, *b*, *c*, dont une branche très-courte *b c*, ſe termine par une boule *d*, qu'on laiſſe pleine d'air; l'autre branche *a b*, ouverte en *a*, contient de l'eau ſeconde ou de l'huile de tartre; Deſcription de cet Inſtrument.

(1) Mém. de l'Ac. des Sc. année 1705.

la liqueur paſſe dans la petite branche juſqu'à la naiſſance de la boule, & ſon poids ſe joint à celui de l'atmoſphère pour comprimer l'air. Quand le poids de l'atmoſphère augmente, l'air que renferme la boule ſe comprime davantage; & réciproquement.

Moyen indiqué par M. *Amontons* pour diſtinguer les effets de la chaleur & du poids de l'air dans cette machine.

59. Ce Baromètre agit auſſi comme Thermomètre, par l'action de la chaleur ſur l'air renfermé; mais M. *Amontons* penſoit que par le moyen d'un Thermomètre ſur lequel le poids de l'air n'agiſſoit pas, on pouvoit ſouſtraire les effets de la chaleur ſur ce Baromètre, & que le reſte de la variation appartenoit au changement du poids de l'atmoſphère.

Avantage de ce Baromètre.

60. La colonne de liqueur étant retenue d'un côté par le poids de l'air extérieur, & de l'autre par l'élaſticité de celui que renferme la boule; ayant d'ailleurs un frottement aſſez conſidérable dans ſon tube, elle ne peut ſe prêter aux mouvemens du vaiſſeau, comme la colonne de mercure du Baromètre ordinaire, dont une des extrémités eſt libre dans le vuide.

Ses défauts.

61. Je conçois que ce Baromètre peut avoir quelqu'utilité ſur mer; mais pour admettre ce que dit M. *Amontons*, que ſes variations ſont auſſi régulières que celles du Baromètre de mercure, il faut ſuppoſer néceſſairement que ce dernier étoit bien imparfait alors. Il eſt aiſé de voir que la machine de M. *Amontons* ne peut ſervir à des obſervations exactes. 1°. Le frottement de la colonne de liqueur, qui doit ſe mouvoir toute entière en même temps dans le tube, abſorbe une partie des variations du poids de

de l'air extérieur. 2°. Cette machine agit plus comme Thermomètre, que comme Baromètre. M. *Amontons* lui-même a trouvé que l'augmentation causée au ressort de l'air par la chaleur de l'eau bouillante, est égale au tiers du poids dont il est chargé, quand l'expérience est faite au printemps (1); ainsi, de la moindre à la plus grande chaleur que nous pouvons éprouver, l'air renfermé dans la boule devient capable de soutenir une augmentation de poids d'environ un cinquieme, sans changer de volume; tandis que le plus grand changement de poids de l'atmosphère dans un même lieu, n'est que d'environ une quinzieme partie de son plus grand poids. Il suit de-là qu'une erreur dans l'estimation de l'effet que produit la chaleur sur cette machine, est triplée dans la quantité de l'effet qu'on assigne au poids de l'air; & certainement on ne peut jamais se promettre une parfaite exactitude, soit dans la correction elle-même, soit dans l'égalité de température du Thermomètre & du Baromètre. 3°. Le ressort de l'air augmentant à proportion des poids qui le compriment, on ne peut procurer à ce Baromètre une marche sensiblement uniforme, qu'en rendant la capacité du tuyau presque nulle, comparativement à celle de la boule; afin que la liqueur qui passe dans cette boule, quand le poids de l'atmosphère augmente, ne produise qu'une diminution insen-

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1702.

ſible au volume de l'air renfermé. On parvient à ce but, en employant des tubes capillaires, ou des boules très-grandes; mais le premier moyen augmente beaucoup le frottement, & le ſecond eſt très-incommode. 4°. Enfin, il ne me paroît pas poſſible, au travers de tant de difficultés, de réduire ces Baromètres à une marche uniforme. Car, pour l'obtenir, il faudroit que le rapport des capacités du tube & de la boule, la condenſation primitive de l'air dans cette boule, la nature de la liqueur & celle de l'air renfermé fuſſent toujours les mêmes: or, je ne vois point de moyen sûr pour produire cette uniformité, ſur-tout dans la nature de l'air, qui, plus ou moins humide quand on conſtruit le Baromètre, & plus ou moins affecté par l'évaporation de la liqueur qui le tient enfermé, ne ſuit plus les mêmes loix dans ſes dilatations par la chaleur, ni probablement dans ſes condenſations par différens poids (713) (1).

---

(1) M. *Paſſement*, dont j'ai parlé dans la note du n°. 53, a imaginé un moyen très-efficace d'arrêter les oſcillations du mercure dans un Baromètre expoſé aux mouvemens d'un vaiſſeau; ce qui me paroît préférable au Baromètre de M. *Amontons*. Pour cet effet il contourne le tuyau du Baromètre ordinaire, en forme de ſpirale dans le milieu de ſa longueur; deux révolutions ſuffiſent, & celle qui eſt à l'extérieur doit avoir environ deux pouces de diamètre. Les deux portions du tube ne peuvent pas reſter ſur la même ligne droite, l'une s'enfonce plus que l'autre dans la monture, parce que la portion qui communique avec l'intérieur de la ſpirale doit néceſſairement paſſer hors de ſes révolutions. On conçoit bien que dans un Baromètre conſtruit de cette manière,

62. On voit par tout ce que j'ai dit jusqu'ici des différentes espèces de Baromètres, que les plus simples sont aussi les meilleurs pour les observations qui demandent de l'exactitude. Mais de ce qu'ils sont les meilleurs, il ne s'ensuit pas qu'ils soient absolument bons dans la construction ordinaire; il faut plus de soins & de précautions qu'on ne pense pour qu'ils indiquent correctement & uniformément le poids de l'air : c'est ce que prouvera déjà le détail où je vais entrer des tentatives qu'on a faites jusqu'à présent pour le rendre propre à cet usage. Le Baromètre simple, quoique le meilleur, n'est pas absolument bon dans la construction ordinaire.

---

le mouvement occasionné par les secousses extérieures est comme rompu par les directions opposées qu'il prend dans la spirale, & par l'augmentation du frottement, qui sera d'autant plus considérable qu'on emploiera un tube plus étroit. On peut encore rendre l'impression des mouvemens extérieurs & momentanés moins sensible, en faisant aboutir l'extrémité supérieure de la colonne de mercure dans un cylindre; parce que les variations qui pourroient se faire dans le tube deviendroient moins sensibles en se répandant sur une grande surface. Un Baromètre de cette espèce doit être presqu'insensible aux mouvemens des vaisseaux; & par cela même très-propre à l'usage de la mer. Il est vrai que l'augmentation de frottement le rend moins propre à indiquer les petites variations du poids de l'air, & que par cette raison on ne peut l'employer utilement à des observations bien exactes, comme par exemple à mesurer les hauteurs; mais les Navigateurs n'ont pas besoin de ce dégré d'exactitude.

Baromètre simple de M. Prins.

On a cherché à réduire toute la variation du Baromètre simple à l'une de ses extrémités.

63. Le Baromètre simple a toujours eu des partisans, malgré les avantages apparens des constructions différentes. Cependant, ceux-mêmes qui faisoient cas de cette simplicité nécessaire, s'en écartoient en cherchant les moyens de diminuer l'effet que produisent sur la hauteur de la colonne de mercure les changemens de hauteur de ce liquide dans le réservoir (384). C'est dans ce but, comme je l'ai dit n°. 22, qu'on se servit de grands vâses pour contenir le mercure, & que, dans la suite, on souda au tube des boules de verre d'un grand diamètre.

M. *Prins* est parvenu à ce but.

64. Il y a toujours du mérite à parvenir, par des moyens assurés, au but qu'on se propose; ainsi, sans examiner à présent le but en lui-même, je dois indiquer celui de ces moyens qui me paroît l'avoir rempli de la manière la plus sûre. M. *Prins*, célèbre artiste Hollandois, émule de M. *Fahrenheit* pour les ouvrages de ce genre, a fait des Baromètres dans lesquels le niveau du mercure ne change point, quelle que soit la variation de hauteur de la colonne.

Descript. on de son Barom. (*) Plan. I. Fig. 14.

(*) Ces Baromètres, dont la figure 14 représente la coupe verticale, sont faits d'un tube droit *a b*, qui se plonge dans un vâse à la manière de *Toricelli*. Un couvercle horisontal ferme le vâse un peu en-dedans de son embouchure en *c d*, c'est-à-dire, par la circonférence de ce couvercle; mais celui-ci est percé à son milieu d'un trou *e f*, dans lequel passe le tube sans en tou-

Pl. I.

F
Bar
a B

Fig. 6.

Bar. double Corrigé. par le D^r. Hook.

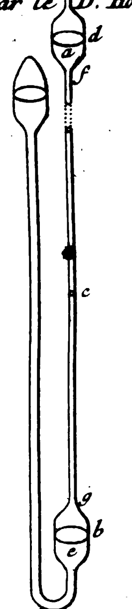


Fig. 7.

Bar. a Poulie du D^r. Hook.

rre
lli.

B
de

Fig. 13.

Bar. a l'usage de la Mer. de M^r. Amontons.

Fig. 14.

Bar Simple de M^r. Prins.

cher les bords. Le mercure remplit le vâse ; &, outre cela, même dans la plus grande hauteur du Baromètre, il sort par l'intervalle qui reste entre le tube & le couvercle, & s'éleve au-dehors en forme d'anneau autour du tube ; on voit la coupe diamétrale de cet anneau en *g h*. Quand le mercure s'abbaisse dans le tube, il en sort davantage du réservoir : le limbe de l'anneau qu'il forme s'élargit en s'étendant sur le couvercle de *g* & *h* en *i* & *k* : si le mercure remonte, l'anneau se rétrécit en se resserrant vers le tube : l'attraction mutuelle des parties du mercure empêche leur séparation ; ainsi, le mercure s'étend & se retire alternativement sur le couvercle sans changer de hauteur ; & l'effet total des changemens du poids de l'atmosphère est mesuré par les variations qui se font au haut du tube. Il est vrai que la construction & l'entretien de ce Baromètre sont assez difficiles ; & c'est sans doute par ces raisons qu'il n'est pas généralement adopté.

Premières recherches sur les causes d'irrégularité dans les Baromètres.

65. Les plus importantes considérations à faire dans le Baromètre simple, sont sa hauteur absolue, & les causes qui influent sur elle indépendamment du poids de l'air. Ce fut un grand sujet d'étonnement pour les premiers Physiciens qui comparèrent des Baromètres, lorsqu'ils découvrirent les grandes différences qu'il peut y avoir dans leur hauteur.

L'objet le plus essentiel, relativement au Baromètre, est la recherche des causes de ses irrégularités.

Différence de hauteur des Baromètres observée par M. *Amontons.*

66. M. *Amontons* parle d'un Baromètre qui se tenoit de 18 lignes plus bas que les autres (1). On apprit que le tube avoit été lavé par M. *Homberg* avec de l'esprit-de-vin; ce qui fit conjecturer à plusieurs Membres de l'Académie, & sur-tout à M. *Homberg* lui-même, que l'abbaissement du mercure, dans ce Baromètre, provenoit de la dilatation de l'esprit-de-vin qui étoit resté au haut du tube, ou de celle de l'air contenu dans cette liqueur. M. *Amontons* combattit cette idée par l'exemple de plusieurs tubes employés tels qu'ils sortoient de la verrerie, & dans lesquels le mercure se soutenoit à des hauteurs qui différoient entr'elles jusqu'à 10 lignes. M. *Amontons* conjecturoit de-là que les pores de différens verres étoient différemment larges; que, par cette raison, ils étoient diversement perméables aux plus petites parties de l'air; que, dans les tubes dont les pores étoient les plus étroits, le mercure, soutenu par une plus grande partie des fluides qui composent l'atmosphère, devoit se tenir plus haut; & réciproquement.

Conjectures de M. *Homberg* sur ce phénom.

Celles de M. *Amontons.*

Les expériences de M. *Maraldi* fortifient la conjecture de M. *Homberg.*

67. M. *Maraldi* fit diverses expériences qui fortifièrent l'idée de M. *Homberg* contre celle de M. *Amontons* : on voit ces tentatives & leur résultat dans l'Histoire de l'Académie, année 1706; elles paroissent prouver que les grandes différences de hauteur du mercure, dans différens tubes, s'évanouissent presqu'entièrement,

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1705.

lorſqu'on a ſoin d'en chaſſer toute l'humidité.

La conjecture de M. *Amontons* a cependant été adoptée par M. *de Mairan.*

68. Cependant, cette opinion n'a pas toujours été confirmée par l'expérience; & non-ſeulement l'Académie ne décida point alors, mais même en 1731, M. *de Mairan* renouvela l'idée de M. *Amontons* dans ſon *Traité Phyſ. & Hiſt. de l'Aurore Boréale*, (ſuite des Mémoires de l'Académie pour cette année-là) réimprimé en 1754 (1).

---

(1) Dans ce *Traité*, M. *de Mairan* démontre d'une manière ſenſible, que la matière des Aurores boréales eſt dans notre atmoſphère, mais à une hauteur moyenne d'environ 175 lieues (*Edit. de* 1754, *in*-4°. *pag.* 436) : cette hauteur, bien plus conſidérable qu'on ne l'avoit conclue des obſervations du Baromètre, l'engage à rejetter ce moyen, comme ſujet à l'erreur. Pour prouver *que le Baromètre ne nous indique point le véritable poids de l'atmoſphère, ni par conſequent ſa hauteur*, (*ſect.* 11, *chap.* 11) M. *de Mairan* allègue d'abord les expériences de M. *Amontons* & les ſiennes propres, deſquelles il réſulte que *le mercure ſe ſoutient*, dans quelques Baromètres, *à des hauteurs qui diffèrent de* 2, 3, 4, *& juſqu'à* 6 *ou* 7 *lignes*; & penſant, avec M. *Amontons*, que ces différences proviennent de celles qui ſe trouvent dans la perméabilité des différens verres, il en conclut, *que les parties de l'air peuvent ne pas agir toutes ſur la ſurface extérieure du mercure, parce que quelques-unes d'entr'elles paſſent à travers ſes pores, & appuient en même temps ſur la ſurface intérieure du mercure.* Cette idée de M. *de Mairan* étoit très-naturelle, & je ne vois pas ce qu'on pouvoit lui objecter de ſolide, tant que les Baromètres étoient ſi peu d'accord entr'eux : mais aujourd'hui je puis en montrer qui ſouvent ne différent pas d'un ſeizième de ligne (397), quoique faits des mêmes tubes dans leſquels on trouveroit encore d'auſſi

Recherches sur la lumière que produisent quelques Baromètres.

Lumière du Baromètre.

69. On apperçut, dès les premiers temps du Baromètre, un phénomène singulier, qui, s'il eût été bien approfondi, auroit peut-être conduit plutôt à diminuer beaucoup la différence de hauteur des Baromètres; c'est la lumière que quelques-uns produisent lorsqu'on agite le mercure qu'ils renferment. Voici la première observation de ce phénomène, telle qu'elle est rapportée dans l'anc. Hist. de l'Ac. Roy. des Sc. tom. II, pag. 202.

Premières observations de ce phénomène par MM. *Picard* & *de la Hire.*

« 70. Dans l'année 1676, dit l'Historien » de l'Académie, M. *Picard* faisant transporter » son Baromètre de l'Observatoire à la porte » Saint-Michel, pendant la nuit, il apperçut

grandes différences, si l'on ne prenoit pas les précautions nécessaires pour les éviter. Au reste, en invalidant ainsi un des moyens employés par M. *de Mairan* pour étendre les limites de l'Atmosphère, je ne prétends point les resserrer: l'adhérence des corps polis, bien supérieure à celle que produiroit une pression équivalente à 28 pouces de mercure, est une preuve non équivoque de la perméabilité du verre à un fluide qui, par son poids, ou peut-être par son élasticité, produit cette adhérence; & qui, mêlé avec l'air sans que nous l'appercevions par le Baromètre, constitue néanmoins une partie essentielle de notre atmosphère, comme le pense, avec raison, M. *de Mairan*. D'ailleurs je prouverai dans la suite (IVe. part. Chap. VII.) que le Baromètre même donne à notre Atmosphère une étendue presque illimitée; ainsi je fortifierai ses preuves, bien loin de les affoiblir.

» une lumière dans la partie du tuyau où le » mercure étoit en mouvement : ce phénomène » l'ayant surpris, il en fit part aussi-tôt aux » Savans; & ceux qui avoient des Baromètres » les ayant examinés, il ne s'en trouva aucun » qui fît de la lumière. Il crut d'abord que » cela venoit du mercure, qui avoit été revi- » vifié du cinnabre; mais en ayant donné du » même à M. *de la Hire*, qui souhaitoit en » faire l'expérience, le Baromètre que M. *de* » *la Hire* monta avec ce mercure, a été jusqu'à » présent sans aucun effet semblable.

Conjecture de M. *Picard*.

» Après la mort de M. *Picard*, son Baro- » mètre fut démonté : M. *de la Hire* l'ayant » refait avec le même mercure, il n'y remarqua » aucune lumière. Ce fut vers ce même temps » que M. *Cassini* s'apperçut que le sien com- » mençoit à faire de la lumière, ce qui a » toujours continué jusqu'à présent.

» M. *de la Hire*, à force de tâter celui de » M. *Picard*, qu'il avoit rétabli, trouva enfin, » quelque temps après, qu'il recommençoit à » devenir lumineux, comme auparavant : ce- » pendant, quelques années après, il perdit » de nouveau cette vertu, quoique M. *de la* » *Hire* fût assuré que personne n'y avoit touché. » Il crut alors que la matière qui faisoit la » lumière s'étoit ou consumée, ou dissipée, » & qu'il ne devoit pas espérer de la rétablir : » enfin, après avoir démonté & remonté ce » Baromètre, vers la fin d'Avril de cette année » (1694), il redonna de la lumière étant » agité, & la première qui parut fut la plus vive

Conjecture de M. *de la Hire*.

» de toutes celles que M. *de la Hire* lui avoit vu
» produire; il continue toujours à en donner,
» mais moindre que la première. Ce qui paroît
» singulier dans ce Baromètre, c'est qu'il ait
» perdu seul & repris à diverses fois la propriété
» d'être lumineux.

» M. *de la Hire* a remarqué aussi qu'il y a
» une différence considérable entre la lumière
» de son Baromètre, & celle du Baromètre de
» M. *Cassini*; dans le sien la lumière remplit assez
» également tout le vuide du tuyau à chaque
» vibration, au-lieu que, dans celui de M. *Cas-*
» *sini*, elle semble attachée à la surface du
» mercure, d'où elle se répand dans le tuyau ».

On voit que la première publication de ce phénomène renferme déjà deux hypothèses différentes pour l'expliquer. C'est un penchant naturel à l'homme, & sur-tout au Physicien, de chercher à se rendre raison de tout ce qu'il observe. Ce penchant bien dirigé, loin de nuire aux découvertes, contribue beaucoup à les accélérer, parce qu'il conduit à l'expérience : c'est ce dont la matière que je traite fournit beaucoup de preuves.

L'expérience fut contraire à ces conject.

71. L'expérience ne tarda pas à se déclarer contre les suppositions de MM. *Picard* & *de la Hire*. Le mercure du premier ne produisit pas de la lumière dans un autre tube; & celui de M. *de la Hire* devint lumineux à diverses fois.

Hypothèse de M. JEAN BERNOULLI.

72. M. *Bernoulli*, Professeur en Mathématique à Groningue, imagina, en l'année 1700, une hypothèse plus subtile, & qui se soutint plus long-temps, malgré les expériences qui lui étoient contraires, parce que les hypothèses qu'on lui substitua d'abord, ou ne satisfirent pas mieux aux phénomènes, ou ne furent pas appuyées sur des fondemens solides. Voici l'exposition abrégée de celle de M. *Bernoulli*, tirée d'un Ouvrage qu'il publia sur cette matière en 1719, qui a pour titre *de mercurio lucente in vacuo* (1).

M. Bernoulli entreprend d'expliquer ce phénom.

M. *Bernoulli* adoptoit l'idée de *Descartes* sur la production de la lumière; savoir, le choc de la *matière subtile*, ou *premier élément*, contre les *globules célestes*, ou *second élément*; & il supposoit, 1°. que les pores étroits du mercure contenoient beaucoup de *matière subtile*, parce qu'ils ne pouvoient admettre qu'elle; 2°. que le verre, étant moins pesant que le mercure, avoit sans doute des pores plus larges, & que par conséquent il devoit être perméable aux *globules célestes*; 3°. que, dans les balancemens du mercure, lorsque, par son abbaissement, le vuide augmentoit dans le haut du tube, les *globules célestes* entroient avec rapidité par les

(1) *Joannis Bernoulli &c. Opera omnia* Tom. II. N°. CXII. pag. 323. Voyez aussi l'histoire & les mémoires de *l'Académie des Sciences*, ann. 1700 & 1701.

pores du verre; qu'en même temps la *matière subtile* sortoit avec impétuosité des interstices du mercure, & que ces deux matières, se heurtant violemment, produisoient la lumière. M. *Bernoulli* apportoit en preuve de son hypothèse une observation constante; c'est que la lumière ne paroît pendant les vibrations du mercure, que lorsqu'il descend (89); & qu'en général, soit dans le Baromètre, soit dans les phioles vuides d'air, elle fuit toujours le mercure & ne le précede jamais.

Objection contre l'hypothèse de M. *Bernoulli*.

73. Une des difficultés qu'il falloit résoudre dans cette hypothèse, étoit le petit nombre de Baromètres qui donnoient de la lumière, quoique tous parussent avoir les conditions nécessaires pour en produire dans les mêmes cas.

Sa réponse.

M. *Bernoulli* donnoit deux raisons principales de cette différence entre les Baromètres; la première étoit le plus ou moins d'air qui restoit dans le haut de leur tube : il croyoit que l'interposition de l'air empêchoit le choc des particules du *premier élément* contre celles du *second*, parce que ce fluide produisoit à cet égard l'effet d'un sac de laine qui reçoit une décharge de mousqueterie; cependant il ne regardoit cette interposition de l'air que comme un obstacle qui pouvoit être surmonté, en donnant au mercure une plus grande aptitude à produire de la lumière (1). La seconde & la principale

(1) Voyez une preuve de l'insuffisance de cette explication dans la 4e. note du §. 83.

raison qu'il apportoit de ce que le mercure n'étoit pas toujours lumineux dans le vuide, étoit les saletés qu'il peut renfermer en lui-même, & sur-tout celles qu'il contracte en passant dans l'air quand on remplit le Baromètre. Il prétendoit que ces saletés étoient rejettées par le mercure de l'intérieur à l'extérieur; qu'elles se ramassoient autour de la colonne, & particulièrement à la surface supérieure, & qu'elles y formoient une pellicule assez forte pour s'opposer à la sortie du *premier élément.* Il exigeoit donc qu'on eût soin de chasser l'air du Baromètre, qu'on évitât de faire passer le mercure dans l'air en filets minces, quand on remplissoit le tube, & qu'on n'employât le mercure qu'après l'avoir nettoyé par diverses lotions dans l'eau commune mêlée de vinaigre & de sel, ou dans l'esprit-de-vin. Il assuroit qu'avec ces précautions tous les Baromètres donneroient de la lumière.

74. M. *Bernoulli* communiqua ses idées à l'Académie des Sciences, qui les jugea d'abord très-plausibles : mais après avoir fait diverses expériences à ce sujet, elle trouva que plusieurs Baromètres étoient lumineux sans avoir les conditions prescrites, & que d'autres, avec ces conditions, ne l'étoient pas. Cependant, la réputation de l'Auteur, le succès de quelques-unes des tentatives, la vraisemblance de l'hypothèse & la difficulté d'en trouver une plus satisfaisante, l'engagèrent à suspendre son jugement. M. *Bernoulli* communiqua ses idées à l'Ac. des Sc. qui suspendit son jugement.

M. *Bernoulli* répondit aux difficultés que les Académiciens de Paris, & d'autres Savans de Il répondit aux objections des Académiciens de Paris.

ce temps-là, avoient élevées contre son hypothèse, & soutint que les expériences qu'on lui opposoit n'avoient pas été faites avec assez de précautions. Il apporta de nouveaux exemples pour preuves de l'infaillibilité qu'il attribuoit à sa méthode, & sur-tout son *phosphore de mercure portatif & perpétuel :* il entendoit par-là ces petites phioles vuides d'air grossier, où le mercure bien net est lumineux.

Nouvelles objections contre son hypothèse.

Cependant, les *phosphores* sur lesquels M. *Bernoulli* s'appuyoit si fort, sont eux-mêmes contraires à son hypothèse; car, suivant lui, c'est la *matière subtile* qui doit y produire la lumière, en sortant des pores du mercure quand on l'agite, & en heurtant les *globules célestes* dont la phiole est remplie. Mais si cela étoit dans les secousses violentes & non interrompues, les pores du mercure se vuideroient de la *matière subtile* qu'ils renfermoient lorsque le mercure étoit en repos, & ne se rempliroient de nouveau qu'après la cessation du mouvement : or l'expérience prouve que le mercure ne cesse point de donner de la lumière dans ces phioles, quoiqu'on l'agite fort long-temps & sans interruption.

Ces *phosphores* détruisent aussi le grand argument que M. *Bernoulli* prétendoit tirer en faveur de son hypothèse, de ce que la lumière ne paroît dans les balancemens de la colonne de mercure du Baromètre, que lorsqu'elle descend & occasionne ainsi un plus grand vuide au haut du tube; car, dans ces phioles, l'espace vuide d'air reste toujours le même; & si la seule agitation du mercure y produit de la lumière,

pourquoi n'en produit-elle jamais dans le Baromètre quand la colonne de mercure s'élève, quoique l'agitation puiſſe être égale dans ce cas-là & dans celui où la colonne deſcend? M. *Bernoulli* eût ſans doute répondu à cette objection, que, dans l'aſcenſion de la colonne, il ne peut y avoir de production de lumière, parce qu'*elle ſuit toujours le mercure, & ne le précède jamais :* c'eſt-là une de ſes obſervations fondamentales, & qui eſt juſte; mais c'eſt préciſément ce que ſon hypothèſe ne peut expliquer : car la viteſſe de la *matière ſubtile* doit être telle que, quelle que ſoit celle du mercure qu'on agite, elle eſt nulle à l'égard de la première : il eſt donc ſenſiblement indifférent pour l'effet dont il s'agit, que le mercure tende à fuir la *matière ſubtile*, ou à la rencontrer; & ſa ſeule agitation devroit ſuffire pour chaſſer en tout ſens ce qu'il renfermeroit de cette *matière* dans ſes pores.

M. *Bernoulli* n'apperçut pas l'inſuffiſance de ſon hypothèſe à cet égard; car il objecta ces *phoſphores* à *Hauksbée*, dont il combattit le ſyſtême : cependant je démontrerai, dans la ſuite, qu'on peut expliquer, par ſon moyen, & le phénomène dont il s'agit (89), & pluſieurs autres auxquels l'hypothèſe de M. *Bernoulli* ne ſatisfait point, (85 & *ſuiv.*)

Hypothèſe de M. Homberg.

75. M. *Homberg*, qui s'étoit employé aux expériences que l'Académie avoit faites à l'oc- Hypothèſe de M. Homberg.

casion du système de M. *Bernoulli*, croyoit que la différence de leurs résultats provenoit de la qualité du mercure : il disoit, en faveur de son idée, que, pour purifier le mercure, il avoit souvent employé de la chaux vive préférablement à la limaille de fer ; qu'alors le mercure, qui, s'élevant dans la distillation, s'étoit filtré au travers de cette matière, pouvoit en avoir enlevé des particules capables, par leur extrême petitesse, de se loger dans ses interstices ; & que, comme la chaux vive retient toujours quelques particules ignées, il étoit possible que ces particules, agitées dans un lieu vuide d'air, produisissent la lumière qu'on appercevoit. Mais l'expérience ne fut pas d'accord avec cette hypothèse ; car le même mercure employé dans divers tubes ne fut pas toujours lumineux.

Hypothèse de M. DE MAIRAN.

Hypothèse de M. *de Mairan*

76. M. *de Mairan* traitant des phosphores en général, dans une dissertation qui remporta le prix en 1717, à l'Académie de Bordeaux, rangea le mercure parmi les phosphores naturels, à cause de son soufre ; mais il prétendit que ce soufre ne pouvoit se développer que dans le vuide, & que c'étoit la raison pour laquelle les Baromètres exactement purgés d'air, donnoient de la lumière quand on agitoit le mercure. Si la lumière paroissoit & augmentoit toujours dans les Baromètres à mesure que le vuide devient plus parfait, cette explication de M.

M. de *Mairan* seroit très-vraisemblable ; mais plusieurs Baromètres donnent de la lumière, quoiqu'ils renferment une quantité d'air sensible, tandis que d'autres, quoique purgés d'air autant qu'il est possible, n'en produisent point du tout.

Hypothèse de M. DU FAY.

77. On a imaginé plusieurs autres explications de ce phénomène, dont je ne crois pas qu'il soit nécessaire de faire mention, parce qu'elles ont toutes plus ou moins de rapport avec les explications précédentes, & qu'elles sont sujettes aux mêmes difficultés. Celle que M. *du Fay* a imaginée est de ce genre, & par cette raison je pourrois me dispenser de la rapporter ; mais elle tient à un procédé très-essentiel dans la construction du Baromètre, & dont par cette raison je serois également obligé de parler ailleurs ; c'est-pourquoi je la rapporterai avant de passer à celle qui me paroît la plus vraisemblable. Voici le procédé & l'hypothèse de M. *du Fay*. Hypothèse de M. *du Fay*.

« Je vais, dit-il (1), rapporter les faits que » j'ai éprouvés, après avoir appris d'un Vitrier » Allemand, la manière de rendre à coup sûr » les Baromètres lumineux ; ce que je lui ai » vu faire, & que j'ai expérimenté depuis moi- » même, de plusieurs manières ».

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1723.

» Il prit un tube d'environ 31 pouces de
» long & d'une ligne de diamètre intérieur ;
» il y paſſa un fil de fer, à l'un des bouts duquel
» étoit un peu de coton pour eſſuyer le tuyau
» en-dedans ; enſuite il boucha à ſa lampe une
» des extrémités du tuyau : après qu'il fut ré-
» froidi, il y introduiſit de nouveau un fil de
» fer ſans coton, & y verſa, avec un enton-
» noir de verre, juſqu'au tiers de ſa hauteur,
» du mercure commun, qui n'avoit pas eu
» d'autre préparation que de le paſſer dans
» un cornet de papier, dont on laiſſe le trou
» auſſi petit qu'il eſt poſſible ; ce qui purifie
» parfaitement bien le mercure de toute ſa
» craſſe, qui reſte dans le cornet de papier.
» Il fit allumer enſuite quelques charbons dans
» un réchaud, & tenant le Baromètre incliné,
» il en approcha d'abord le bout fermé du
» tuyau, d'un peu loin, & petit-à-petit vint
» à le poſer ſur les charbons ; le mercure
» commença à frémir & à bouillonner, ou
» plutôt l'air qui y étoit contenu vint à ſe raré-
» fier & à former de petites bulles qui ſortoient
» très-facilement, parce qu'il tournoit conti-
» nuellement le tuyau & remuoit le fil de fer,
» l'enfonçant & le retirant alternativement,
» juſqu'à ce qu'il ne vînt plus de bulles d'air ;
» alors il avançoit le tuyau ſur le réchaud, &
» chauffoit ainſi ſucceſſivement & petit-à-petit
» toutes les parties du tuyau juſqu'où il y avoit
» du mercure ; après quoi il le laiſſa refroidir
» & remit encore du mercure juſqu'au ſecond
» tiers de la hauteur du tuyau, & s'y prit de

» la même manière pour le chauffer & en faire » sortir tout l'air. Le tuyau étant froid, il » acheva de le remplir, & ne fit point chauffer » ce dernier tiers, m'assurant que cela étoit » inutile; il ajouta ensuite au bout du tube » une boîte de bois blanc, qu'il ferma avec de » la cire d'Espagne, & ayant mis le Baromètre » dans sa situation naturelle, nous le portâmes » dans un lieu obscur, où il nous parut extré- » mement lumineux, de façon qu'à chaque » fois qu'en le balançant je faisois descendre » le mercure, tout l'espace vuide qui étoit au » haut paroissoit une colonne de lumière, qui » cependant étoit plus vive vers sa bâse, c'est- » à-dire, à l'endroit où elle touchoit immé- » diatement le mercure. J'ai fait depuis plu- » sieurs fois la même expérience, & elle m'a » toujours également bien réussi ».

M. *du Fay* décrit ensuite les divers phénomènes qu'il a observés dans ses Baromètres, & finit par l'explication suivante.

« Je suppose, dit-il, qu'il y a dans le mer- » cure, de même que dans tous les autres » fluides, beaucoup d'air grossier & de matière » subtile. Quant à cette dernière, on ne doute » pas qu'elle ne coule abondamment dans tous » les corps; & pour l'air grossier, on en voit » très-distinctement sortir les bulles lorsqu'on » prépare le Baromètre, ainsi que je viens de » l'enseigner; ce qu'il y a de surprenant, c'est » qu'il faut que cet air grossier soit remplacé » dans le mercure, & voici l'expérience qui » m'en a convaincu. J'ai pris un tube long

» d'un pied, & de deux lignes de diamètre ;
» j'y ai marqué extérieurement des divisions
» avec de l'émail, & l'ayant bouché par un de
» ses bouts, j'y ai mis du mercure jusqu'à la
» hauteur de huit pouces; je l'ai bien chauffé
» ensuite, ce qui en a fait sortir beaucoup de
» bulles d'air. Le tuyau étant encore chaud,
» j'ai trouvé que la colonne de mercure étoit
» allongée & qu'il s'étoit dilaté, & étoit monté
» quelques lignes au-dessus des huit pouces que
» j'avois marqués. A mesure que le tuyau s'est
» refroidi, le mercure est redescendu, il est resté
» précisément à la marque où il étoit avant de
» le chauffer, ce qui m'a fait juger qu'il falloit
» que l'air eût été remplacé, ou que les espaces
» qu'il occupoit dans le mercure fussent de-
» meurés vuides..... Je conclus donc de ces
» expériences, que l'air contenu entre les par-
» ties du mercure commun, enveloppe, pour
» ainsi dire, & retient la matière subtile qui
» y est renfermée, & ainsi l'empêche de sortir
» du mercure, quoiqu'il soit fortement com-
» primé; ce qui lui arrive, lorsqu'on agite le
» Baromètre, & sur-tout lorsque la colonne
» descend, parce qu'alors le mercure soulève
» avec effort l'air qui pèse sur la surface de
» celui qui est contenu dans la boule : ainsi
» ce devroit être dans ce moment de pression
» violente que la matière subtile sortiroit, si
» elle ne trouvoit pas dans l'air grossier qui
» l'environne, un obstacle invincible; mais, si
» en échauffant le mercure, on a diminué la
» quantité de l'air grossier qui y est renfermé,

» quand même on ne l'auroit pas ôté entière-
» ment, il arrive que la matière ſubtile, trou-
» vant moins d'empêchement, ſort avec vio-
» lence, & fait paroître la lumière que nous
» voyons; ce qui doit encore arriver, ſi, en
» échauffant le mercure, on a augmenté la
» quantité de matière ſubtile, comme la
» dernière expérience ſemble le démontrer.... »

» Quand le mercure remonte, il préſente
» à la colonne de matière lumineuſe des pores
» diſpoſés à la recevoir, & qui en ſont vuides,
» puiſqu'elle vient d'en ſortir par la preſſion
» du mercure; ainſi chaque fois que la matière
» ſubtile en a été exprimée par la deſcente
» de la colonne, elle y rentre par l'aſcenſion
» de la même colonne, & par conſéquent il
» ne s'en perd rien, rien ne ſe diſſipe, & elle
» doit reſter dans le mercure tant que le Baro-
» mètre reſtera dans ſon état ordinaire, c'eſt-
» à-dire, tant qu'il ſera parfaitement vuide d'air
» groſſier ».

78. Ce n'eſt pas ici que je me propoſe d'examiner tous les effets de l'action du feu ſur les Baromètres; il ſuffit pour le préſent de s'arrêter à ceux qui ont du rapport avec l'hypothèſe de M. *du Fay*. **Remarques ſur l'hypothèſe de M. *du Fay*.**

Toutes les fois que j'ai meſuré des colonnes de mercure avant & après qu'elles ont bouilli ſur le feu, j'ai trouvé une diminution de volume ſenſiblement proportionnelle à la quantité d'air que j'avois vu ſortir pendant l'ébullition : cependant, je ne ſuis point ſurpris que M. *du Fay* ait cru remarquer le contraire, **Le volume du mercure diminue quand on le fait bouillir.**

parce que dans sa manière de faire bouillir le mercure, il n'a pu connoître la quantité d'air qui en sortoit, ni appercevoir sensiblement la diminution de son volume. Je décrirai dans la suite la manière dont je fais cette opération, en une seule fois sur toute la colonne du Baromètre (356); ce qui me fournit le moyen de voir sans illusion la quantité d'air qui sort du mercure, parce qu'il se rassemble vers l'extrémité supérieure de la colonne, hors de l'action du feu, & déchargé, en plus grande partie, du poids qui le comprimoit auparavant.

La quantité d'air qui sort d'un Baromètre rempli comme il faut, est très-petite.

Quand je prends un tube net, du mercure pur, & que je chasse l'air au point qu'il n'en paroisse plus à l'œil dans le tube; la quantité que le feu en expulse, évaluée au moment où les bulles sont hors de son action & prêtes à sortir du mercure, excède rarement le volume d'un très-petit poids, dans une colonne de mercure de trente pouces & de deux lignes de diamètre. Si l'on considère, que cet air prêt à sortir est délivré du poids qui le comprimoit lorsqu'il étoit disséminé dans le mercure, & retenu entre ce fluide & les parois du tube, on ne sera pas surpris que quelquefois sa sortie ne diminue la longueur de la colonne que d'environ $\frac{1}{10}$ de ligne.

M. du Fay pouvoit ne pas appercevoir la diminution de volume du mercure.

L'opération de M. du Fay étoit fort différente de celle dont je viens de parler, & très-propre à l'induire en erreur. La colonne de mercure qu'il faisoit bouillir n'avoit que huit pouces, par conséquent sa diminution de longueur ne devoit être que d'environ $\frac{1}{30}$ de ligne,

partie qu'il eſt bien difficile d'appercevoir, ſurtout lorſqu'on s'attend à une diminution beaucoup plus conſidérable. Mais la plus grande illuſion procédoit de ce qu'une colonne auſſi courte étoit néceſſairement expoſée à l'action du feu preſque par-tout en même temps; en ſorte que l'air chaſſé par l'ébullition du mercure, étoit prodigieuſement dilaté, & paroiſſoit ſous un volume ſi conſidérable au moment de ſa ſortie, qu'il ſembloit devoir diminuer beaucoup la longueur de la colonne, ſi aucune autre matière ne le remplaçoit. Il y a donc une illuſion dans l'expérience rapportée par M. *du Fay*, & par conſéquent le principe général qu'il en tire ne peut être juſte.

79. Il en eſt de même des effets qu'il attribue à cette cauſe : car tous les Baromètres purgés d'air par le feu, ne donnent point de la lumière ; & ſans cette opération ils peuvent en donner. J'ai eu pluſieurs Baromètres qui n'ont pu devenir lumineux, quoique le mercure ait bouilli pluſieurs fois dans leur tube, & que ce mercure fût le même & nettoyé avec le même ſoin que celui qui donnoit de la lumière dans d'autres tubes. D'un autre côté, puiſque les Baromètres de M. *Bernoulli* étoient lumineux, c'eſt une preuve directe qu'il n'eſt pas abſolument néceſſaire de faire bouillir le mercure dans le tube pour donner aux Baromètres cette propriété, car M. *Bernoulli* n'employoit pas cette méthode.

Tous les Bar. dont le mercure a bouilli ne ſont pas lumineux ; il y en a qui le ſont ſans cela.

Hypothèse de M. Musschenbroeck.

M. Musschen. pensoit que la lumière du Bar. étoit un signe d'imperfection.

80. M. *Musschenbroeck* pensoit très-différemment de M. *du Fay* sur la lumière du Baromètre; car bien loin de croire que cette lumière fût dûe à l'absence de l'air, il pensoit, au contraire, que l'air en étoit la seule cause: il faut l'entendre lui-même sur ce sujet (1).

« Lorsqu'on veut savoir, dit-il, si le tuyau » est bien rempli, il faut le secouer un peu à » l'obscurité, afin que le mercure soit mû de » bas en-haut & de haut en-bas : *si on ne voit* » *alors point de lumière sur la surface du mercure,* » *c'est une marque que le Baromètre est parfait;* » *mais s'il rend de la lumière, c'est une preuve* » *qu'il n'est pas tel qu'il doit être, car il y a* » *alors un peu d'air dans le haut, auquel la lu-* » *mière s'est attachée.* Il y a peu de Baromètres » qui ne donnent de la lumière, lorsqu'on les » secoue; ce qui est une preuve de leur imper- » fection. Si on fait entrer une petite bulle » d'air dans la partie supérieure d'un Baro- » mètre parfait, & qui ne répand point de » lumière, on s'appercevra d'abord qu'il com- » mence à luire. On s'est imaginé que les Ba- » romètres lumineux étoient les meilleurs; » mais c'est une erreur, puisqu'on remarque » tout le contraire. La lumière que répandent » les Baromètres est un phénomène qui a déjà

---

(1) Essai de Physique; Leyde 1751, in-4°. pag. 640.

» causé bien de l'embarras aux Philosophes, & » ils ne trouveront pas moins de difficulté à » rendre raison de leur *opacité* (la privation de » la propriété d'être lumineux). En effet, » comme la lumière passe aisément au travers » des pores du verre, on peut proposer cette » question : pourquoi le mercure ne luit-il pas » sans air? *Il y a quelqu'apparence que la lumière* » *s'attache à l'air, & que venant à s'introduire* » *avec lui dans le tuyau à travers les particules* » *du mercure*, elle se manifeste au-dessus du » mercure, *baissant & haussant en même temps* » *que la surface*, quoiqu'elle se fasse aussi apper- » cevoir seule, lorsque le mercure baisse dans » le tuyau ».

81. Rien n'est plus propre à jetter dans l'erreur ceux qui ne peuvent suivre par eux-mêmes toutes les expériences, que la facilité avec laquelle des savans illustres se sont portés quelquefois à généraliser des propositions qui ne sont vraies qu'en certains cas, & à donner même des exceptions pour des règles générales. Si M. *Musschenbroeck* s'étoit contenté de dire, que la lumière des Baromètres n'est pas une preuve certaine de leurs perfections, il auroit dit une chose vraie; cependant il ne se seroit point écarté de l'expérience, s'il eût dit, qu'un Baromètre *lumineux* est probablement bon; mais il s'en est considérablement éloigné en assurant qu'un tel Baromètre étoit nécessairement mal construit. Combien de gens, sur son témoignage, auront prisé de mauvais Baromètres, parce qu'ils n'étoient pas *lumineux*, ou rebuté

M. *Musschen.* prenoit une exception pour une règle.

comme mauvais, ceux qui avoient cette propriété, quoiqu'ils fussent très-bons (1).

Preuve tirée des Bar. qui ne sont pas *lumineux*.

82. Il est vrai, comme je l'ai dit à l'occasion de l'hypothèse de M. *du Fay*, que j'ai eu des Baromètres qui n'ont pu devenir *lumineux*, quelque précaution que j'aie prise pour en chasser l'air; mais aussi ils ne l'étoient point pendant qu'ils contenoient de l'air; & quelque petite ou grande quantité que j'en aie introduit, ils n'ont jamais donné de lumière.

Et de ceux qui ont cette propriété.

83. Les Baromètres lumineux fournissent des preuves plus directes encore que la précédente, de l'erreur de M. *Musschenbroeck*. 1°. J'en ai eu plusieurs qui étoient *lumineux*, quoique purgés d'air plus exactement que les siens ne pouvoient l'être (2). 2°. Le moment où le vuide du Baromètre est le plus parfait, est sans doute celui où le mercure, étant resté suspendu au haut du tube par l'intimité de son contact avec le verre, s'abaisse tout-à-coup par une secousse (361); or, dans les Baromètres qui sont propres à donner de la lumière, cette première chûte en produit toujours, plus ou moins, suivant la manière dont elle se fait. 3°. J'ai

(1) Plusieurs Physiciens ont pensé & pensent encore de cette manière; on peut voir particulièrement que M. *Desaguliers* (dans son *Cours de Phys. expérimentale*, traduit par le Père *Pezenas*, *tom.* 11, *pag.* 305) a copié presque littéralement ce que j'ai rapporté dans le texte de l'idée de M. *Musschenbroeck* sur les Baromètres lumineux.

(2) Voyez la note du n°. 359.

quelquefois introduit une petite bulle d'air dans des Baromètres *lumineux* ; ils donnoient au premier balancement une lumière à-peu-près semblable à celle qu'ils avoient d'abord, parce que l'air ne s'étoit pas encore glissé entre le mercure & le verre; mais au second balancement la lumière diminuoit (1). 4°. Une bulle d'air, dont le diamètre mesuré tandis qu'elle monte dans le mercure est d'environ une ligne, suffit ordinairement pour faire cesser la lumière au second balancement & pour tout le temps où le Baromètre reste dans cet état; la lumière paroît cependant encore au premier balancement (2). 5°. Quand, par l'introduction de l'air, la lumière a disparu dans un Baromètre, on peut, en renversant le tube & par des secousses, faire sortir l'air tellement, que le vuide soit en apparence aussi parfait qu'il étoit d'abord; cependant je n'ai jamais vu que cette opération ait fait reparoître la lumière. 6°. Enfin, elle reparoît sûrement quand par le moyen du feu on a rétabli le Baromètre dans son premier état.

84. Indépendamment des preuves tirées de l'expérience, qui sont contraires à l'hypothèse Réflexions sur l'hypothèse de M. *Musschenbroeck* en elle-même.

(1) Voyez le n°. 2 du §. 86.

(2) La lumière qui paroît au premier balancement quand on introduit de l'air dans un Baromètre *lumineux*, est contraire à l'hypothèse de M. *Bernoulli*, dont j'ai parlé ci-devant; car l'air devroit, dans cette première épreuve comme dans la suivante, empêcher le choc de la *matière subtile*, contre les *globules célestes*.

de M. *Musschenbroeck*, je ne vois pas comment il a pu l'admettre. Il n'est pas aisé de concevoir que la lumière ait besoin du secours de l'air, pour entrer dans un tube de verre; moins encore comment elle peut y être emprisonnée, tandis qu'elle fait impression sur nos yeux. D'ailleurs, si c'étoit une affection de la lumière de s'attacher & de rester unie à l'air, nous n'aurions jamais de nuit, ni de lieu obscur après avoir été éclairé. S'il faut un certain dégré de dilatation & d'agitation dans l'air, tout corps mû dans un récipient, où le vuide seroit au même dégré que dans les Baromètres *lumineux*, exciteroit aussi la lumière. Enfin, que devient la lumière quand le mercure est tranquille? Que devient-elle sur-tout quand il se meut de bas en-haut? M. *Musschenbroeck* ne répond pas à la première question: mais il n'auroit pas été embarrassé par la dernière, parce qu'il a cru voir que la lumière *se manifeste au-dessus du mercure lorsqu'il hausse*: cependant je ne l'ai jamais apperçue, & je n'ai trouvé personne qui l'ait vue dans ce moment-là.

La lumière du Baromètre rapportée à l'électricité.

Hauksbée attribuoit au frottement la lumière du Bar.

85. Une des hypothèses les plus anciennes sur cette matière, est celle de *Hauksbée*, rapportée dans les Mémoires de la Société Royale de Londres, *année* 1708. Ce Savant pensoit que la lumière des Baromètres étoit produite par le frottement du mercure dans le tube. Je pense comme lui; c'est-à-dire, que la lumière

produite dans le haut du tube de quelques Baromètres, quand on fait balancer leur colonne de mercure, est un phénomène d'*électricité*; & comme il ne tient pas absolument à la bonne construction des Baromètres, je vais rapporter ici mes recherches sur cet objet, afin de ne pas interrompre ce que je dirai sur cette construction dans ma IIe Partie.

Ce phén. tient en effet à l'électricité.

86. Pour développer les fondemens de mon idée à cet égard, il suffit d'indiquer les conditions nécessaires à la manifestation du *fluide électrique* dans les machines qui le rendent sensible, & de faire voir en même temps que ces conditions se trouvent dans les Baromètres *lumineux*. Voici les principales de ces analogies. 1°. Le verre frotté vivement produit de la lumière : le tube du Baromètre est de verre, le mercure le frotte sûrement parce que c'est un fluide très-dense; cette friction doit donc produire de la lumière, à moins que quelque cause n'y mette obstacle. 2°. Lorsqu'on commence à frotter un globe électrique, il ne produit point de lumière; mais elle paroît lorsque, par la continuation du frottement, la couche d'air qui tapisse le verre est détachée, & permet ainsi un contact plus immédiat entre le globe & la main ou le coussinet qui le frotte : ainsi, quand il y a de l'air dans un Baromètre, il empêche la friction du mercure sur le verre (357); & le Baromètre, en cet état, est semblable à un globe de verre qu'on commence à frotter. 3°. Lorsqu'un globe électrique n'est pas net, il produit très-peu de lumière, & il

Preuves tirées de l'analogie qui se trouve entre ces deux choses.

n'en produiroit point du tout, si la main n'enlevoit une partie des saletés : ainsi, quand le tube d'un Baromètre n'est pas bien net, ou quand la surface du mercure est couverte de saletés, le Baromètre n'est point *lumineux*. 4°. Tant qu'un globe électrique est humide, il ne produit point de lumière : si le tube d'un Baromètre est humide, il n'en produit pas non plus. 5°. Il y a des globes de verre qui ne sont point propres aux phénomènes de l'électricité : il y a de même des Baromètres qu'on ne peut rendre électriques, à cause de la nature de leur tube. Cette différence ne vient peut-être pas absolument de la qualité du verre ; le dégré de son épaisseur, & la nature de sa surface, peuvent y contribuer. J'ai eu des tubes qui ne donnoient point de lumière, quoiqu'ils fussent d'une même verrerie que ceux qui en donnoient ; mais j'ai remarqué, dans quelques-uns des premiers, que les mouvemens du mercure n'étoient pas absolument libres ; on connoissoit à ces mouvemens que la surface du verre étoit raboteuse ; ce qui revient à l'expérience de M. *Canton*, qui dit avoir changé la propriété des tubes électriques, en leur ôtant leur poli (1). 6°. Le fluide électrique se précipite avec abondance dans les vâses de verre vuides d'air : la lumière se répand de la même manière, & sous la même apparence, dans le haut des Baromètres *lumineux*, quand le mercure des-

(1) Transf. Phil. vol. 48. II. Part. n°. XCIII.

cend. 7°. Lorſqu'on frotte un globe de verre, le corps qui le frotte produit une multitude de petites étincelles, & l'on entend un pétillement: quand le Baromètre eſt bien lumineux, on voit auſſi de petites étincelles autour de l'extrémité de la colonne de mercure, & l'on entend un pétillement très-diſtinct, même au grand jour, où l'ouïe n'eſt point aidée par la vue, parce que la lumière du Baromètre eſt abſorbée par celle du ſoleil. 8°. Les courans du fluide électrique, la fréquence & la force des étincelles, augmentent juſqu'à un certain point dans les machines de ce genre, à meſure que la friction devient plus forte : de même, plus le mercure ſe meut rapidement dans le tube d'un Baromètre lumineux, plus ſa lumière eſt vive. 9°. Il y a des temps où les machines électriques produiſent de plus grands effets ; on remarque en général que, dans l'air froid, ces effets ſont plus conſidérables : la lumière du Baromètre eſt auſſi plus vive dans les mêmes circonſtances. 10°. Enfin, la faculté d'attirer & de repouſſer eſt un des caractères diſtinctifs de l'électricité en général ; l'*ambre* (1) n'a communiqué ſon nom aux matières qui attirent les corps légers, lorſqu'elles ſont frottées, que parce qu'il a ſupérieurement cette propriété : les Baromètres *lumineux* attirent & repouſſent auſſi les corps légers pendant les balancemens du mercure. Si l'on ſuſpend un fil auprès du

---

(1) *Ambre*, en latin, *electrum*.

tube ; dans les premiers balancemens du mercure, le fil est attiré quand le vuide se fait ; il est repoussé lorsque le mercure remplit le tube : mais, quand la longueur du tube permet de donner au mercure de grands balancemens, & que les frictions sont vives & répétées, le fil est attiré & repoussé indifféremment dans les deux positions du mercure ; quelquefois même il reste attaché au tube pendant assez longtemps : ces observations prouvent que l'attraction du fil, ou son impulsion contre le tube, n'est pas dûe à un air subtil qui se porte dans le tube quand le vuide se fait, comme l'ont cru quelques Philosophes, puisque, dans le cas dont je viens de parler, le fil est attiré & repoussé quand le tube est plein, comme lorsqu'il est vuide.

Les attractions & impulsions du Bar. lumin. ne sont pas produites par un air subtil, &c.

87. M. *Musschenbroeck* refuse d'admettre ces attractions & répulsions (1) ; & ceux qui les ont observées, doivent être surpris de le voir assurer positivement que jamais il n'a pu les appercevoir dans ses Baromètres : mais leur surprise cessera quand ils se rappelleront ce que j'ai dit ci-dessus, que ce Physicien regardoit comme mal construits tous les Baromètres qui donnoient de la lumière : il n'a donc jamais eu des Baromètres qu'on pût nommer *électriques*, & par conséquent il n'a jamais pu voir le phénomène dont il nie généralement l'existence. C'est encore ici une exception donnée pour

M. Musschenbroeck n'admet pas ces attractions & répulsions.

(1) Essai de Physique, &c. pag. 671.

regle

regle générale, & c'est une preuve de ce qu'il dit lui-même à cette occasion, *qu'il a eu lieu de remarquer par-là combien on est sujet à se tromper soi-même, faute d'être attentif à tout ce qui peut faire réussir une expérience.*

Objection de M. *Musschenbroeck*;

88. Cette *attention* que M. *Musschenbroeck* croit qu'on n'a pas eue, est de mettre à l'abri de l'agitation de l'air, le haut du tube, & le corps léger qu'on suspend auprès de lui; & il assûre qu'en prenant cette précaution, le corps léger reste immobile. Mais l'expérience de M. *Ludolff*, rapportée dans le 1er. volume des Mém. de l'Ac. de Berlin, prouve le contraire.

levée par M. *Ludolff*.

Son expér. des *attract. & répulf.* du Bar. *lum.* dans le *vuide*.

Ce Physicien ingénieux, voulant lever tous les doutes sur le phénomène dont il est question, renferma, dans une capsule de verre, le haut du tube d'un Baromètre, auprès duquel il suspendit, par un fil, un petit morceau de papier: il pompa l'air de la capsule; &, pour que les mouvemens extérieurs ne pussent influer sur l'expérience, il fit balancer le mercure en suçant l'air du réservoir, & l'y laissant rentrer alternativement. Ces précautions servirent à lui faire observer plus distinctement toutes les circonstances du phénomène que M. *Musschenbroeck* refuse d'admettre.

La lumière du Bar. ne peut se manifester dans l'ascension du mercure.

89. On a vu précédemment que la principale raison pour laquelle divers Physiciens ont attribué la lumière des *Baromètres électriques* à des émanations de quelque fluide renfermé dans les pores du mercure, est que cette lumière ne paroît que dans les cas où l'espace vuide d'air augmente par l'abaissement de la colonne de

mercure. Mais cette circonſtance s'explique plus heureuſement dans le ſyſtême de l'électricité. Quand le mercure, dans ſes oſcillations, frotte le tube en montant, les parties frottées ſont immédiatement recouvertes par le mercure, & par conſéquent il ne peut paroître aucune lumière, parce que, ſi le fluide électrique eſt excité, le mercure l'abſorbe totalement. Au contraire, par le frottement qui ſe fait par la deſcente du mercure, les parties frottées ſont découvertes ſucceſſivement, & le fluide électrique, qui ſe meut avec liberté dans le vuide, s'élance vers le haut & remplit le tube d'une lumière plus ou moins vive.

En général, elle ne peut jamais les précéder.

C'eſt ainſi que s'explique encore très-naturellement, dans le Syſtême de l'Electricité, cette obſervation générale de M. *Bernoulli*, inexplicable dans ſon hypothèſe; ſavoir, que *la lumière ſuit toujours le mercure & ne le précède jamais* (73); car la lumière ne peut paroître qu'après le frottement & qu'à l'inſtant où le mercure découvre les parties frottées.

Difficultés qui ſe préſentent dans le ſyſtême de l'électricité.

90. Telles ſont les raiſons qui ont déterminé pluſieurs Phyſiciens modernes à penſer, avec *Hauksbée*, que la lumière des Baromètres eſt un phénomène d'électricité : cependant il renferme quelques circonſtances qu'il n'eſt pas aiſé de rapporter à ce que nous connoiſſons des effets de la machine électrique, & aux caractères généraux que j'ai établis. J'ai dit, par exemple, que le vuide favoriſe l'émanation de la lumière, & cela eſt vrai en général; cependant il y a des Baromètres qui ſont *lumineux*, quoiqu'ils ren-

forment une quantité sensible d'air; & quand le peu d'air qui reste toujours dans le haut du tube, de quelque manière qu'on le remplisse, est rassemblé à son sommet, la bulle presqu'imperceptible qu'il forme devient lumineuse dans quelques Baromètres, par la plus petite agitation du mercure. J'ai dit aussi que les verres de qualités différentes sont différemment électriques; que certains verres le sont très-peu, & que par conséquent ces différences doivent influer sur les Baromètres; mais comme il n'est point de globe de verre qui soit totalement impropre par sa nature à produire les phénomènes de l'électricité, il semble aussi qu'il ne devroit point y avoir de tube qui ne fût propre à produire plus ou moins de lumière. Cependant j'ai eu plusieurs Baromètres qui n'ont jamais pu devenir *lumineux*.

91. Je n'entreprendrai pas de développer d'une manière directe les causes de ces exceptions; mais j'espère de faire voir que ce sont là des difficultés du genre de celles qui se rencontrent par-tout dès qu'on veut approfondir les choses. Réflexions sur ces difficultés.

Puisque les Physiciens n'ont pu convenir jusqu'à présent d'un principe général auquel on puisse attribuer tous les phénomènes de l'électricité proprement dite, il n'est pas surprenant que celle du Baromètre soit sujette à des variétés embarrassantes. Le fluide électrique est excité dans le tube par un moyen si différent de celui qu'on pratique à l'ordinaire, que ses effets doivent nécessairement varier à quel-

ques égards. C'est une friction intérieure, produite par un fluide, sur une surface que nous ne pouvons examiner de près, tant que le tube est entier, & dans le vuide, où nous ne pouvons presque point varier les expériences. D'ailleurs, l'obscurité, toujours nécessaire pour que la lumière du Baromètre soit sensible, est un voile qui nous cache peut-être des circonstances qui pourroient servir à résoudre la difficulté.

Tentatives pour frotter un globe électr. avec du mercure.

92. S'il étoit possible de frotter le globe électrique avec du mercure, on appercevroit peut-être des phénomènes imprévus, qui aideroient à expliquer ceux qui nous embarrassent encore dans le Baromètre. J'ai tenté cette expérience, en faisant plonger une partie du globe dans un bassin qui contenoit vingt livres de mercure; mais elle n'a pu réussir. Avant que le globe eût acquis le quart de la vitesse qu'on a coutume de lui donner dans les expériences ordinaires, il s'éleva une gerbe de mercure sur son *équateur* du côté où sa surface remontoit. Cette gerbe, qui lançoit au loin des globules, s'élevoit au-dessus de l'*horison* du globe; elle en fit même le tour un moment, en tendant à s'échapper par les tangentes dans toute l'étendue de cette portion de cercle. En cet instant, tout le mercure du bassin avoit acquis un mouvement de circulation; en sorte que le mercure & le globe n'agissoient plus l'un sur l'autre que comme les deux cylindres d'un *laminoir*, dont l'un entraîne l'autre par une forte pression, sans frottement sensible; aussi le globe ne fut-il point électrisé.

Causes probables des exceptions qu'on remarque dans les Baromètres à l'égard de la lumière.

93. A ces remarques générales sur la différence du frottement dans les phosphores de mercure & dans la machine électrique ordinaire, destinées à montrer qu'il peut y avoir de la différence dans les effets de ces machines, quoique produits par la même cause, j'en ajouterai une autre qui répandra un plus grand jour sur cette matière, principalement à l'égard des exceptions qu'on remarque dans certains Baromètres. Plusieurs circonstances contribuent à favoriser la manifestation du fluide électrique dans ces instrumens, tandis que d'autres lui font obstacle; je les rappellerai en peu de mots. Les circonstances favorables sont, la pureté du mercure, tant à l'égard des particules hétérogènes solides, que relativement à l'humidité; l'absence de l'air, la propreté des tubes, & le poli de leur surface; la nature du verre & son dégré d'épaisseur contribuent aussi vraisemblablement à la production de la lumière. Les circonstances nuisibles sont le contraire de celles que je viens de rapporter. Quelques-unes de ces circonstances sont sensibles, comme la présence ou l'absence de l'air, la propreté ou la saleté du mercure & du tube en général; mais d'autres le sont moins, ou ne le sont point encore, comme la nature des matières hétérogènes que peut contenir le mercure, celle des saletés dont le tube est quelquefois tapissé intérieurement, l'influence de la nature du verre, du dégré de son épaisseur & de son poli. Or plusieurs circonstances favorables insensibles peuvent surmonter une circonstance défavorable sensible:

par exemple, un Baromètre dont le vuide est sensiblement imparfait peut être lumineux, parce que toutes les autres circonstances moins sensibles sont favorables. Au contraire, plusieurs circonstances favorables sensibles peuvent être surmontées par des circonstances défavorables insensibles; c'est ainsi qu'un Baromètre bien purgé d'air, & dont le mercure est fort net, peût n'être pas lumineux, à cause de la nature du verre, de son épaisseur, ou de l'état de sa surface. Il faut encore remarquer qu'on ne peut ni varier, ni augmenter au-delà d'un certain point le frottement du mercure dans le tube d'un Baromètre, & que ce frottement est toujours très-petit. La colonne de mercure se replie sur elle-même dans ses balancemens; savoir, de l'axe sur la circonférence en montant, & de la circonférence sur l'axe en descendant : dans le premier cas l'extrémité supérieure de la colonne est toujours convexe, & l'extrémité inférieure concave : on observe le contraire dans le dernier cas; c'est le frottement du mercure contre le tube, qui, retardant les parties extérieures du mercure, produit ces vicissitudes, parce que les parties intérieures cèdent plus aisément à l'impulsion : mais cet excès de vitesse des parties intérieures sur celle des extérieures allongeant & raccourcissant plus promptement la colonne de mercure dans ses balancemens, elle est plutôt arrêtée par l'augmentation de son poids dans le premier cas, & par la résistance de l'air extérieur dans le dernier; ce qui diminue beaucoup la durée &

l'intensité du frottement des parties extérieures contre le tube. Ainsi, la moindre circonstance nuisible peut empêcher la production de la lumière dans le Baromètre, dont la cause est très-foible par elle-même, si cette cause n'est aidée par d'autres circonstances.

94. Je dois rapporter une autre objection que je me suis faite pendant quelque temps, & qui pourroit peut-être se présenter à d'autres. Si le frottement du mercure contre le verre est la cause du phénomène que j'explique, il semble que, lorsqu'on redresse fort lentement un Baromètre qui étoit incliné, & que le mercure descend insensiblement, le frottement devroit être assez petit pour ne produire aucun effet sensible, comme nous voyons qu'un globe de verre n'est point électrisé quand il tourne lentement. Cependant, quelque précaution que j'aie prise dans cette tentative, les Baromètres propres à donner de la lumière en ont toujours produit, avec cette différence seulement qu'elle paroissoit & disparoissoit par des éclats entrecoupés. Nouvelle objection contre le systême de l'électricité.

Cette expérience m'embarrassa pendant quelque temps, parce que l'obscurité qu'elle exige m'empêchoit d'observer des circonstances qui l'expliquent fort aisément. D'abord, quelque attention que nous portions à rendre uniformes les mouvemens lents de notre corps, nous ne pouvons jamais y parvenir que très-imparfaitement; ces mouvemens sont toujours entrecoupés par de petites secousses. Ainsi, quand nous redressons un Baromètre par le mouvement de Réponses.

nos bras, quoique le mercure demeure long-temps à parcourir l'espace total compris entre le sommet du tube & le point où il reste suspendu quand le tube est redressé, il passe cependant fort vîte sur chaque partie du verre prise séparément, & l'on remarque des intervalles sensibles de repos; c'est ce qui produit la lumière, & qui fait en même temps son intermittence. J'ai observé ces suspensions de mouvement en examinant la descente du mercure dans un lieu éclairé; &, lorsque je me suis procuré un dégré de lumière tel que je pouvois appercevoir celle du Baromètre & le mouvement du mercure en même temps, j'ai vu que les éclats de lumière du Baromètre étoient produits par les chûtes subites du mercure. Le même effet pourroit avoir lieu lors même que le Baromètre seroit redressé par un mouvement lent & uniforme, parce que le mercure ne suivroit pas ce mouvement : son adhésion au tube fait qu'il ne se détache que quand sa hauteur est sensiblement trop grande pour le dégré d'inclinaison du Baromètre; & quand il se détache, l'accélération de son mouvement le fait passer au-delà du point où il devroit se fixer : dans ces chûtes subites, il frotte le tube vivement; & c'est ce qui met en action le fluide électrique.

Remarques générales sur la lumiere des Barom.

95. Je n'étendrai pas plus loin mes réflexions sur cet objet, parce qu'il ne tient pas essentiellement à la bonne construction du Baromètre; du moins le petit nombre de ceux que je n'ai pu rendre électriques n'ont pas laissé

d'être aussi parfaitement d'accord avec ceux qui avoient cette qualité, que ceux-ci l'étoient entr'eux. Il suffit donc de remarquer, 1°. que, pour l'ordinaire, un Baromètre bien construit est électrique; 2°. que cependant un Baromètre électrique peut renfermer assez d'air pour être défectueux; 3°. enfin, qu'un Baromètre peut être très-bon sans être électrique.

Baromètres purgés d'air par le feu.

96. Je reviens maintenant à l'un des moyens de rendre les Baromètres *lumineux*, pour le considérer à d'autres égards; c'est celui qu'employoit M. *du Fay*, & dont il ne paroît pas qu'il connût les véritables avantages. J'ai rapporté ci-devant sa manière de faire bouillir le mercure dans le Baromètre; elle fut suivie par M. *Cassini de Thury* dans les expériences qu'il fit avec M. *le Monnier*, sur les montagnes du *Puy-de-Dome*, du *Mont d'Or* & du *Canigou*. J'ai trouvé, dans le Mémoire de M. *Cassini* sur cette matière (1), une remarque à laquelle on n'a pas fait assez d'attention; j'en juge du moins par le peu d'usage qu'on en a fait dans la suite. M. *Cassini* fit bouillir le mercure dans plusieurs tubes, en suivant la méthode de M. *du Fay*, & il observa qu'après les avoir renversés dans un même vâse, la hauteur du mercure se trouva la même dans tous les tuyaux.

Expér. de M. *Cassini de Thury* sur les Bar. *chargés au feu.*

97. Sans doute que cette expérience n'a pas réussi à tous ceux qui l'ont tentée, & qu'on

Les vrais avantages de cette méthode ont été peu connus.

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1704.

n'a pas eu assez de confiance dans le succès du procédé, puisqu'en suivant l'histoire des tentatives qu'on a faites en divers temps pour mesurer les hauteurs par l'abaissement du mercure, je n'ai pas trouvé qu'aucun de ceux qui ont donné des règles à ce sujet ait employé ce moyen de purger d'air les Baromètres; & il m'a paru que son influence sur la régularité de leur hauteur absolue, étoit ignorée des artistes lorsque je commençai à m'occuper de cet objet.

Le procédé de M. *du Fay* peut avoir contribué à cette inadvertence.

98. Quand je vis, pour la première fois, la remarque de M. *Cassini*, dont je trouvois la vérité jusqu'à un certain point dans mes expériences, je fus étonné du peu d'impression qu'elle avoit faite sur l'esprit des Physiciens, & j'en cherchai les causes. Remontant alors à la description que M. *du Fay* a donnée de son procédé, je le trouvai trop imparfait pour qu'il dût réussir à tous ceux qui l'avoient suivi, & je remarquai que M. *du Fay* lui-même ne l'avoit pas employé dans ce but. Le vitrier Allemand de qui il tenoit sa méthode, la lui avoit annoncée uniquement comme propre à rendre les Baromètres lumineux : il lui avoit appris à charger le tube en trois fois, & à faire bouillir seulement les deux premières portions de mercure. Or, par cette opération, il est très-possible qu'il reste de l'air dans le Baromètre; cela peut arriver si l'ébullition ne recommence pas exactement au point où les deux premières portions de mercure se réunissent; car alors s'il y a des impuretés dans la première portion qu'on fait bouillir, l'action du feu les

Il ne faut pas faire bouillir le mercure en deux fois,

chasse au-dehors; elles s'attachent au tube & à l'extrémité de la colonne de mercure; elles y retiennent une couche d'air qui reste enfermée & s'échappe très-aisément vers le haut du tube quand on redresse le Baromètre : j'ai éprouvé cet inconvénient en faisant la même opération dans un autre but. Il peut arriver la même chose par la jonction de la troisième portion de mercure avec la seconde, sur-tout en ne faisant pas bouillir celle-ci. Telle fut la première raison que je trouvai du peu d'usage qu'on avoit fait de cette méthode. ni seulement en partie.

2°. J'avois remarqué, en employant un fil de fer comme M. *du Fay*, que ce moyen, propre seulement à accélérer la sortie des grosses bulles d'air, contribuoit souvent à en faire rétrograder de petites dans l'intérieur du mercure; je compris donc que, si l'on n'y avoit pas fait attention, il avoit pu en rester assez pour nuire à l'égalité de hauteur des Baromètres. Un fil de fer employé pour tirer l'air du mercure peut l'y retenir.

3°. Un autre défaut du fil de fer, c'est que très-souvent il est cause que les tuyaux se rompent lorsqu'on veut les courber à la lampe après l'opération du feu. M. *du Fay* dit lui-même qu'il a rarement réussi à leur faire supporter l'action de la flamme, & il attribue avec raison cette fragilité à quelques parties dures & angulaires du fil de fer qui font impression sur le verre : c'est pourquoi il étoit réduit, de même que tous ceux qui font l'opération de cette manière, à n'employer que des tubes droits plongés dans des réservoirs; ce qui diminue beaucoup l'utilité de la méthode. Il peut faire rompre les tubes.

Les expériences de M. Cassini peuvent avoir contribué à l'indifférence pour l'opération du feu.
Elle ne suffit pas seule pour mettre d'accord les Bar.

99. 4°. Quoique l'opération du feu, quand elle est faite convenablement, contribue beaucoup à l'égalité de hauteur des Baromètres, elle ne suffit pas seule pour produire cet effet; & si M. *Cassini* trouva le mercure sensiblement à la même hauteur dans tous ses tubes plongés dans un même vâse, ce fut sans doute par quelque compensation fortuite entre les défauts de la première opération, ou par d'autres causes dont je parlerai dans la suite.

M. de Cassini n'insiste pas sur son importance.

5°. M. *Cassini* lui-même n'insiste point sur l'importance de la méthode dont il fit usage pour charger ses Baromètres; au contraire, parlant des observations faites avant lui sur diverses montagnes avec des Baromètres chargés à la manière ordinaire, il dit *qu'on ne pouvoit en soupçonner l'exactitude.*

Les expér. de M. Cassini, &c. ne font pas voir la nécessité de cette opération.

6°. Malgré la précaution que prirent Messieurs *Cassini* & *le Monnier* de faire bouillir le mercure dans plusieurs de leurs Baromètres, ils ne trouvèrent pas plus de régularité entre leurs diverses observations, qu'on n'en avoit trouvé précédemment par la méthode ordinaire; en sorte que l'expérience ne parla point en faveur de cette précaution.

7°. Enfin, ces Messieurs firent leurs observations avec des Baromètres des deux espèces, c'est-à-dire, chargés à l'ordinaire & au feu; &, par une singularité qui m'étonne, ils trouvèrent à-peu-près les mêmes résultats; car étant montés sur le *Canigou*, tandis que M. *l'Abbé de la Caille* faisoit à *Perpignan* des observations correspondantes, leur Baromètre, chargé au

feu, s'abaissa de 7 pouces 11 lig. ¼ & celui qui étoit chargé à l'ordinaire s'abaissa de 7 pouces 11 lig. Or cette grande approximation, jointe aux raisons précédentes, étoit très-propre à voiler l'importance de l'opération du feu, & à détourner l'attention d'une des principales causes des irrégularités qu'on avoit toujours rencontrées dans les observations faites sur les montagnes.

100. Avant d'abandonner cet objet, je dois dire qu'en parcourant les *Transactions Philosophiques*, j'ai trouvé, sous le n°. 448, un Mémoire de M. *Henri Beigton*, où il indique un procédé de M. *Charles Ormes* pour charger le Baromètre au feu, qui me paroît très-semblable à celui que je décrirai dans la suite (356). Mais M. *Beigton* attribue à cette méthode un avantage qu'elle n'a pas (110), & ne fait point mention de celui qu'elle a pour réduire à une même hauteur les Baromètres qui sont dans les mêmes circonstances.

M. *Ch. Ormes* faisoit très-bien bouillir le mercure dans le Baromètre, sans connoître l'avantage de cette opération.

Expériences sur l'effet des différens diamètres des tubes.

101. M. de *Plantade*, Avocat Général à la Cour-des-Aides de Montpellier, a fait diverses observations du Baromètre sur les montagnes du *Roussillon* & du *Languedoc*, que M. *Cassini* a données en 1733 dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*. On y voit, entr'autres, une remarque très-importante, & qui cependant n'a point eu d'effet sur la correction du

Expériences de M. *de Plantade* sur l'effet des différens diamètres des tubes.

Baromètre, parce qu'elle n'a pas été assignée à sa vraie cause.

« M. de *Plantade* a trouvé, dit M. *Cassini*, » de grandes variations dans la suspension du » vif-argent en divers tuyaux dont il s'est servi, » & qu'à une élévation, sur le niveau de la » mer, qui n'excédoit pas 1000 toises, le vif- » argent s'est tenu plus bas dans les tuyaux d'un » diamètre étroit, que dans ceux qui étoient » plus larges, & cela constamment sur seize » montagnes différentes où il a fait ses expé- » riences avec toutes les précautions néces- » saires (1); mais que depuis 1000 toises & » au-dessus, le vif-argent s'est mis au même » niveau dans tous les tubes, de quelque dia- » mètre qu'ils fussent, larges où étroits ».

Cette différence ne fut pas assignée à la véritable cause.

102. La première partie de cette remarque de M. de *Plantade* pouvoit le conduire à une découverte très-essentielle pour corriger une des imperfections du Baromètre; mais d'autres défauts de cet instrument lui firent prendre le change sur la vraie cause du phénomène qu'il avoit observé. Il se fit sans doute des compensations singulières, lorsque M. de *Plantade* observa ses Baromètres à 1000 *toises d'élévation & au-dessus*, puisque le mercure *se mit au*

(1) M. le *Cat* a remarqué qu'en général le mercure se tient plus bas dans les tubes d'un diamètre étroit que dans ceux qui sont plus larges; & il croit que par cette raison on doit toujours indiquer le diamètre des tubes, quand on parle de ces expériences. *Magasin François, pour Décembre 1750.*

même niveau dans tous ses tubes, ce qui ne devoit pas être (103); & cette erreur le conduisit à attribuer aux différences du poids de l'air un effet qui dépend des tubes mêmes (381 à 386).

103. Messieurs *Cassini de Thury* & *le Monnier* eurent particulièrement en vue, dans les observations dont j'ai parlé ci-devant, de vérifier celle-ci : ils employèrent des tubes de différens diamètres, & cependant ils ne trouvèrent les différences dont parle M. de *Plantade*, que dans les tubes qui n'avoient pas été chargés au feu. Les expér. de MM. *Cassini* & *le Monnier* ne parurent pas confirmer celle de M. *de Plantade*.

Ils portèrent aussi sur le *Canigou* deux tubes de différent diamètre chargés à l'ordinaire, & le mercure se tint plus bas dans celui qui étoit plus étroit; la différence fut de $\frac{2}{3}$ de ligne (1).

104. Ainsi, l'observation de ces Messieurs fit cesser l'attention qu'on avoit portée d'abord à celle de M. de *Plantade*; car on vit que la On cessa d'y faire attention.

(1) Je dis que cette différence fut seulement de deux tiers de ligne, quoiqu'à la fin du livre de la *Méridienne vérifiée*, on trouve sous le titre d'*Observations d'Histoire naturelle*, page CCXXIV, que la différence entre le *gros tuyau*, qui étoit *chargé au feu*, & le *tuyau capillaire*, fut de deux lignes, & sept douzièmes. Cela vient de ce que dans cet ouvrage M. *le Monnier* ne fait pas mention d'un Baromètre *chargé à l'ordinaire*, dont parle M. *Cassini* dans les *Mémoires de* 1740, qu'ils observèrent au *Canigou*, & auquel je crois devoir rapporter l'observation faite avec le *tuyau capillaire*, parce qu'il n'y a point d'apparence que celui-ci fût *chargé au feu*, tant par sa nature, que par les expressions même de M. *Cassini* dans son Mémoire : j'entrerois dans cette discussion si je la croyois nécessaire.

hauteur des lieux n'influoit pas dans l'expérience ; & il parut que la différente quantité d'air renfermée dans les tubes, produisoit celle que M. de *Plantade* attribuoit à la différence des diamètres jointe au plus ou moins de pression de l'air.

Recherches sur l'effet que la chaleur produit dans le Baromètre.

Je viens à l'un des points de vue les plus importans sous lesquels on ait considéré le Baromètre, savoir l'effet que produisent sur lui les variations de la chaleur.

Règle de M. *Amontons* pour corriger l'effet de la chaleur sur le Bar.

105. M. *Amontons*, dont j'ai parlé souvent en traitant cette matière, pensa le premier que la pesanteur spécifique du mercure devoit changer suivant les divers dégrés de température, & chercha les moyens de corriger les influences de ce changement sur le Baromètre (1). Il trouva d'abord que *le mercure augmente son volume d'environ* $\frac{1}{115}$ *du grand chaud au grand froid à Paris* ; &, sur ce principe, il fit une table des corrections qu'il falloit faire à la hauteur du mercure, suivant le dégré du Thermomètre.

Cette Règle ne pouvoit être exacte.

106. Je ne m'arrêterai pas à la règle que M. *Amontons* prescrivit à ce sujet; elle ne pouvoit être juste, tant à cause du Baromètre lui-même (353), que parce que son Thermomètre n'avoit pas une graduation assez fixe. Mais, malgré ces

Mais son principe étoit certain.

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1704.

défauts ;

défauts, qui s'opposoient à la découverte d'une règle exacte, le principe étoit certain; il y avoit une correction à faire.

Cependant encore à cet égard, les premières vues, quoique bonnes, ont été abandonnées, parce qu'on a considéré chaque objet séparément, sans faire attention que le dégré de hauteur du mercure dans le Baromètre, étoit l'effet total d'un très-grand nombre de causes.

Cependant on abandonna ce principe.

107. Ainsi, le point de vue de M. *Amontons* ne fut pas long-temps suivi; on crut reconnoître qu'il s'étoit trompé dans sa conjecture. Voici ce que dit à ce sujet M. *de la Hire* dans un Mémoire sur la pesanteur de l'air (1): « j'ai » placé, dans une chambre, un Baromètre » simple à côté d'un Baromètre double, à la » manière de M. *Huygens*, & j'ai mis tout » proche un Thermomètre qui avoit été fait » par M. *Amontons*; & pendant trois années, » j'ai observé, exactement tous les jours, les » hauteurs de ces Baromètres & du Thermo» mètre, & je n'ai rien négligé des circons» tances qui pouvoient me donner quelque » connoissance de ce que je cherchois. Mais » comme dans tout ce temps il n'a point fait de » froid considérable, mais seulement de très» grandes chaleurs en été, j'ai comparé l'état » de ces Baromètres dans le grand chaud, à » celui où ils étoient dans l'état moyen de » l'air, comme il étoit dans le fond des caves

Observation de M. *de la Hire* avec un Bar. chargé à l'ord.

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1709.

» de l'Observatoire, ou tout au plus quand il » a commencé à geler. *J'ai trouvé que, dans » le Baromètre simple, le mercure ne change pas » sensiblement de hauteur, soit qu'il soit exposé » au grand soleil même en été, ou à l'ombre » dans un lieu médiocrement frais* ».

M. *de Fontenelle* rapportant cette observation dans l'Histoire de l'Académie, ajoute : « M. *de* » *la Hire* a supposé, *comme il est vrai*, que le » mercure du Baromètre simple ne se dilatoit » ni ne se condensoit sensiblement par le froid » ou par le chaud ».

Remarque sur cette observation.

108. On verra, dans mes recherches sur ce sujet, une expérience semblable à celle de M. *de la Hire*, & propre à faire connoître la cause de son erreur (353); l'espèce de son Baromètre pouvoit le tromper : mais je ne puis comprendre comment Messieurs *du Fay* & *Beigton*, dont les Baromètres étoient mieux construits que celui de M. *de la Hire*, ont pensé qu'ils n'étoient point sensibles aux effets de la chaleur.

M. *du Fay* pensoit que la chaleur n'avoit de l'influence que sur les Bar. chargés à froid.

109. M. *du Fay*, après avoir décrit sa manière de rendre les Baromètres *lumineux*, dont j'ai parlé ci-devant (77), & rapporté les expériences qu'il a faites par leur moyen, ajoûte : « les Baromètres lumineux étant parfaitement » vuides d'air grossier, sont exempts du défaut » commun à tous les autres, qui agissent comme » Thermomètres & varient nécessairement par » le chaud & le froid; *ce qui n'arrive point aux* » *Baromètres lumineux*, & par conséquent les » rend préférables à toutes les autres espèces » de Baromètres ».

110. M. *Beigton* a dit aussi des Baromètres purgés d'air par le feu, *que la plus grande chaleur & le plus grand froid ne changent rien à leur hauteur; qu'ils sont réellement des Baromètres, & point du tout des Thermomètres* (1). M. Beigton pensoit de même,

111. Je ferai voir, dans la suite, combien ces Messieurs étoient dans l'erreur (364), & cependant leur sentiment a prévalu; car je ne connois aucune expérience où l'on ait eu égard aux effets de la chaleur sur le Baromètre simple. Ces Messieurs se trompoient.

J'ai rassemblé, dans ce chapitre, tout ce que j'ai pu recueillir d'essentiel pour déterminer l'état où étoit le Baromètre, lorsqu'en 1749 je commençai à m'en occuper. Je ne continuerai pas son histoire générale depuis lors, & je me bornerai à celle de mes propres expériences: ce sera le sujet de la seconde partie de cet Ouvrage.

---

(1) Transf. Phil. n°. 448, année 1738.



CHAPITRE III.

Examen des principales Hypothèses sur les variations du Baromètre.

On n'est pas d'accord sur la cause des variations du Bar.

112. IL n'est peut-être point de matière en Physique où l'on soit moins d'accord que sur la cause des *variations du Baromètre*, quoique, vu l'utilité de cette connoissance & ce qu'elle a d'intéressant en elle-même, un grand nombre de Savans illustres s'en soient occupés.

Principes communs à la plupart des hypothèses sur ce sujet.

113. L'air soutient la colonne de mercure dans le Baromètre; la hauteur de cette colonne varie; nous voyons aussi des changemens dans l'état de l'air : ces deux variations ont nécessairement quelque liaison entr'elles; & les propriétés de l'air sont assez connues pour qu'on ait dû se flatter de découvrir cette liaison.

Raisons générales de la diversité de ces hypothèses.

114. Cependant, dès qu'on approfondit un peu cette matière, on se trouve arrêté à chaque pas, par la variété & l'inconstance des rapports apparens entre les *variations du Baromètre* & les autres effets qui paroissent devoir être attribués à la même cause. Tous ces effets ne se font pas appercevoir en même temps; leur assemblage momentané n'est pas toujours le même; quelques-uns peuvent échapper aux yeux d'un grand nombre d'observateurs : de-là naît la variété des systêmes, comme la solution d'un problême varie, toutes les fois qu'on

change ſes *données*. Il arrive ſouvent auſſi que, partant d'une hypothèſe favorite, on veut tout lui rapporter ; on ne voit plus alors la Nature avec des yeux propres à découvrir ſes myſtères, elle ſe couvre d'un voile qui devient le miroir de l'imagination.

Ces deux cauſes d'erreur, la difficulté d'obſerver tout & la facilité avec laquelle on ſe prévient en faveur d'une hypothèſe favorite, me paroiſſent avoir influé, enſemble ou ſéparément, dans toutes les explications qu'on a données juſqu'à préſent des variations du Baromètre : c'eſt ce que je me propoſe de montrer, en parcourant celles de ces explications qui, par elles-mêmes ou par la réputation de leurs auteurs, ont mérité l'attention du Public.

Obſervations & idées de M. PASCAL *ſur cette matière.*

115. M. *Paſcal* fut un des premiers qui obſerva les variations du Baromètre, & qui les rapporta à des changemens dans le poids de l'air : mais il crut voir dans ces variations des préſages bien différens de ceux qu'une longue expérience a manifeſtés depuis lors. Je vais rapporter quelques-uns des paſſages de ſes *Traités de l'équilibre des liqueurs, & de la peſanteur de la maſſe de l'air*, qui concernent cette matière.

M. Paſcal fut un des premiers qui apperçut les variations du Baromètre.

« Comme les variations du Baromètre pro-
» cèdent, dit-il, (*pag.* 151) des variations
» du poids de l'air, & que celles de l'air ſont

Extrait de ſon opinion ſur ce ſujet.

» très-bisarres, & presque sans règle, aussi
» celles qui arrivent au Baromètre sont si
» étranges, qu'il est difficile d'y en assigner.
» (*Pag.* 153.) La saison où le mercure
» est le plus haut, pour l'ordinaire, est l'hiver;
» celle où d'ordinaire il est le plus bas, est
» l'été; où il est le moins variable, c'est aux
» solstices; & où il est le plus variable, c'est aux
» équinoxes.

» Il arrive aussi, pour l'ordinaire, *que le*
» *mercure baisse quand il fait beau temps, qu'il*
» *hausse quand le temps devient froid ou chargé*;
» mais cela n'est pas infaillible.

Il pensoit en général, que plus il y avoit de vapeurs dans l'air, plus le mercure devoit être haut.

» (*Pag.* 154.) Il est aussi très-remarquable
» que, quand il arrive en un même temps que
» l'air devienne nuageux, & que le mercure
» baisse, on peut s'assurer que les nuées qui
» sont dans la basse région ont peu d'épaisseur,
» & qu'elles se dissiperont bientôt, & *que le*
» *beau temps est proche.* Et lorsqu'au contraire
» il arrive en un même temps que le temps
» est serein, & que néanmoins le mercure est
» haut, on peut s'assurer qu'il y a des vapeurs
» en quantité éparses, & qui ne paroissent pas,
» & *qui formeront bientôt quelque pluie.* Et lors-
» qu'on voit ensemble le mercure bas & le
» temps serein, *on peut assurer que le beau temps*
» *durera*, parce que l'air est peu chargé.

» Et enfin, lorsqu'on voit ensemble l'air
» chargé & le mercure haut, *on peut s'assurer*
» *que le mauvais temps durera*, parce qu'assuré-
» ment l'air est beaucoup chargé.

» Ce n'est pas qu'un vent survenant ne puisse

» frustrer ces conjectures; mais, pour l'ordi-
» naire, elles réussissent, *parce que la hauteur*
» *du mercure suspendu étant un effet de la charge*
» *presente de l'air, elle en est aussi la marque*
» *ordinaire* ».

116. M. *Perrier*, embarrassé sans doute de concilier ses propres observations avec celles de M. *Pascal* son beau-frere, pensa qu'on pouvoit *faire cette règle avec certitude (pag.* 199) : « que le vif-argent se hausse toutes les fois que » ces deux choses arrivent tout ensemble, savoir » que le temps se refroidit & *qu'il se charge* » *ou couvre*; & qu'il s'abaisse au contraire toutes » les fois que ces deux choses arrivent aussi » ensemble, que le temps devient plus chaud » *& qu'il se décharge par la pluie, ou par la* » *neige* ».

Idées de M. *Perrier*, combinées avec celles de M. *Pascal*.

Il n'est pas nécessaire d'employer des raisonnemens pour prouver que MM. *Pascal* & *Perrier* n'ont pas bien vu; je ne crois pas qu'il y ait personne aujourd'hui qui attende le beau temps quand le mercure *s'abaisse*, ni la pluie quand il *hausse*. Cependant on peut dire en leur faveur que ce systême étoit spécieux dans l'hypothèse assez généralement reçue, que les vapeurs augmentent le poids de l'air. D'ailleurs, les variations du Baromètre ne correspondent pas toujours de la même manière avec les changemens sensibles de l'atmosphère; & cet instrument n'étoit alors ni assez exact, ni connu depuis assez long-temps, pour que des exceptions fréquentes ne pussent passer à leurs yeux pour des règles générales.

Idée du Docteur BÉAL.

L'idée de M. *Pascal* fut adoptée par divers physiciens, entr'autres par le Docteur *Béal*.

117. L'idée de M. *Pascal* fut adoptée par plusieurs de ses contemporains, avec des modifications exigées par l'expérience. Le Docteur *Béal* reconnut en 1666 (1), que *généralement, dans un temps fixe, tant de l'été que de l'hiver, le mercure étoit plus haut qu'un peu avant, ou pendant les temps de pluie*; mais admettant toujours le principe de M. *Pascal*, il ajouta que *généralement aussi le mercure descend plus après la pluie qu'il n'étoit descendu avant la pluie.* Il attribue cet effet à la chûte des vapeurs, dont le poids n'est plus joint alors à celui de l'air; &, pour prouver cette hypothèse, il rapporte le fait suivant. « Le 18 Décembre 1765, dit-il, » le mercure descendit d'un quart de pouce: » l'air étoit si serein & si froid par un vent » d'est, que je ne pouvois concevoir la cause » de cet abaissement du mercure; je croyois » qu'il seroit monté, comme il arrive dans ces » temps-là. J'envoyai, par hasard, mon domestique à la campagne; il vit des collines éloignées de vingt milles couvertes de neige: » cela me parut manifester que l'air, étant déchargé de ses nuages par la neige, étoit devenu » plus léger ».

Le Docteur *Wallis* embrassa d'abord la même idée.

118. Le Docteur *Wallis* écrivit la même année sur ce sujet; & entre plusieurs raisons qu'il donna des variations du Baromètre, que

(1) Transf. Phil. n°. 9.

je rapporterai ci-après, il admit celle du Docteur *Béal. J'ai remarqué*, dit-il (1), *que mon Baromètre baissoit sans une cause visible; mais il avoit plu ailleurs, ce qui avoit déchargé notre air.*

Cette explication, ne pouvant s'accorder d'une manière satisfaisante avec les phénomènes, a été abandonnée pendant quelque temps; cependant, M. *Garcin* l'a renouvelée d'une manière plus méthodique; c'est pourquoi j'appliquerai à son hypothèse particulière les raisons qui sont contraires à ce systême.

Hypothèse de M. GARCIN.

119. M. *Garcin* (2) attribue en général l'ascension du mercure dans le Baromètre aux augmentations de volume, de poids & de ressort que l'introduction des vapeurs produit dans l'air, & la descente du mercure à la chûte des pluies, qui occasionne les effets contraires. Ainsi, suivant M. *Garcin*, la descente du mercure n'indique pas une pluie prochaine, mais une pluie actuelle dans le lieu où le Baromètre est placé, ou dans quelqu'autre partie de la même *masse d'air*, à laquelle il assigne arbitrairement une étendue de 5 à 600 lieues.

L'hyp. de M. *Garcin* ressemble à celle de M. *Pascal*; mais elle est plus méthodique.

120. On ne peut disconvenir que le poids d'une *masse* d'air qui seroit retenue par des

Examen de cette hypothèse.

(1) Transf. Phil. n°. 10.
(2) Journal Helvétique, années 1734 & 1735.

barrières insurmontables, augmenteroit proportionnellement à la quantité des vapeurs qui s'introduiroient dans ses interstices, & réciproquement. C'est ce cas-là que M. *Garcin* suppose, lorsqu'il donne pour exemple de ce qui se passe dans l'air, l'uniformité d'augmentation ou de diminution de poids des colonnes d'un fluide renfermé dans un bassin, lorsque la quantité de ce fluide augmente ou diminue. Mais comme les *masses* d'air ne sont pas retenues par de semblables barrières, si le volume d'une de ces *masses* augmente ou diminue, l'équilibre se rétablit bientôt entr'elle & ses voisines.

Mais, soit qu'on envisage l'air sous ce dernier point de vue, soit qu'on admette même la distinction de M. *Garcin*, il se présente plusieurs difficultés qui me paroissent invincibles.

Elle n'est pas d'accord avec les variations du Bar. qu'elle devroit expliquer.

1°. Il est vrai que la descente du mercure n'est pas un indice de pluie absolument certain, & que, quand le mercure remonte, le beau temps ne suit pas toujours: mais on doit convenir qu'il arrive ainsi pour l'ordinaire. Or il me paroît que, dans l'hypothèse de M. *Garcin*, les exceptions de cette règle deviennent la règle elle-même; car la pluie ne doit jamais être plus prochaine que dans les temps où l'atmosphère est chargée de vapeurs, & ce sont ceux où M. *Garcin* croit que le mercure doit s'élever; au contraire, le beau temps ne devroit jamais être plus stable que quand l'atmosphère est privée de vapeurs, c'est-à-dire, suivant M. *Garcin*, lorsque le mercure s'abaisse beaucoup dans le Baromètre.

2°. Dans l'hypothèse de M. *Garcin* il faut nécessairement que les variations du Baromètre soient égales sous une *masse d'air*; car l'extrême fluidité & l'élasticité même de l'air doivent maintenir l'équilibre dans toutes ses colonnes, tant qu'il n'arrive de changement que dans la quantité de matière. M. *Garcin* sentoit bien cette conséquence; aussi croyoit-il qu'en observant de bons Baromètres on trouveroit leurs variations égales sous la même *masse*. Mais l'expérience n'est pas favorable à son opinion; j'en ai beaucoup de preuves par des observations auxquelles j'ai eu part, entre Turin, Genève & Gènes : il suffira de rapporter les deux suivantes. Le 29 Juillet 1757 la différence de hauteur du mercure entre Turin & Genève étoit 7 lig. $\frac{1}{4}$, & le 31 du mois elle n'étoit que 3 lig. $\frac{1}{8}$. Le 30 Juin de la même année la différence étoit de 10 lignes entre Turin & Gènes, & le 27 Juillet elle étoit seulement 6 lig. $\frac{7}{8}$: la température étoit à-peu-près égale dans tous ces cas, de même que la hauteur du mercure au niveau de la mer. J'ajouterai que l'influence de la chaleur locale sur la hauteur du Baromètre (619), prouve clairement que l'effet de toutes les causes qui agissent dans l'atmosphère ne se communique pas toujours au loin avec célérité.

Elle suppose que les variations du Baromètre doivent être égales sous la même masse d'air.

Ce qui n'est pas.

3°. Enfin, quoique M. *Garcin* distingue l'effet des vapeurs sur le volume, sur le poids & sur le ressort de l'air, tous ces effets reviennent au même dans ses explications; c'est toujours le poids de l'air qui augmente ou diminue par

L'hypothèse de M. Garcin n'est pas d'accord avec la quantité d'eau de pluie qui peut tomber dans un jour.

une addition ou une soustraction de matière. Or comment la pluie qui tombe dans une partie d'une *masse* d'air, feroit-elle baisser le mercure de 6 lignes en un jour dans toute l'étendue de cette masse, (ce qui est une variation peu rare) puisque toute la pluie qui tombe en trois mois dans toute la masse, suffiroit à peine pour produire cet effet : six lignes de mercure sont équivalentes à 7 pouces d'eau, & la quantité moyenne de pluie qui tombe chaque année dans nos climats, est de 29 pouces.

Hypothèse du Docteur GARDEN.

Le Docteur *Garden* pensa le premier que les variations du Baromètre étoient produites par celles de la pesanteur spécifique de l'air.

121. Une autre idée générale, aussi spécieuse que celle des Savans dont je viens de parler, & moins contraire à l'expérience, est celle que le Docteur *Garden* adopta le premier en 1685 (1). Il pensa que l'ascension des vapeurs dans l'air, & l'augmentation de hauteur du mercure dans le Baromètre, étoient dûes à l'augmentation du poids de l'air, & que la chûte de la pluie, ainsi que la descente du mercure, étoient produites par la diminution de ce poids.

Avantages de l'hypothèse de M. *Garden*.

122. Cette idée, considérée en elle-même, paroît d'abord très-satisfaisante, car on y voit pourquoi la descente du mercure dans le Baromètre doit être un présage de pluie; la pesanteur spécifique de l'air ayant diminué, les vapeurs ne doivent plus s'y soutenir : de même l'ascen-

(1) Transf. Phil. n°. 171.

sion du mercure doit être suivie du beau temps, parce que l'air étant alors plus pesant, les vapeurs doivent y monter & y rester suspendues.

123. Mais il se présente deux difficultés très-embarrassantes dans cette explication. Premièrement, si l'air se charge plus abondamment de vapeurs quand sa pesanteur spécifique est plus grande, il devroit être par cela même moins transparent : c'est ce que M. *Garden* assûre; & il ajoûte que, quand le mercure est bas, l'air, alors plus léger, est aussi plus pellucide, quoique parsemé de gros nuages. Ce sont-là des faits soumis au témoignage des observateurs; quant à moi, il me paroît que, pour l'ordinaire, l'air n'est jamais plus pur qu'après la pluie & quand la hauteur du mercure est à son plus haut période, & qu'au contraire, quand le mercure baisse sensiblement, l'air n'a plus la même transparence. **Mais elle n'est pas d'accord avec les changemens de transparence dans l'air.**

124. Il est vrai qu'on ne peut pas toujours appercevoir, dans les plaines, la liaison de ces effets, & qu'en automne ou en hiver, l'air peut paroître très-obscurci dans certaines contrées, quoique le Baromètre soit fort haut : mais cet obscurcissement n'est produit que par une couche plus ou moins épaisse de brouillards qui s'élèvent des lacs ou des rivières; quand on peut traverser cette couche en montant sur quelque montagne à la hauteur de 250 à 300 toises, on trouve l'air parfaitement serein : & les brouillards sur lesquels on domine étant éclairés par le soleil, forment un très-brillant spectacle. Il arrive aussi quelquefois en été que **Différences des plaines aux montagnes à l'égard de cette transparence.**

les vapeurs produites par l'action du soleil sur les plaines, y troublent un peu la transparence de l'air, quoique le mercure soit haut dans le Baromètre; mais on ne s'en apperçoit pas non plus sur les montagnes où l'air reste presque toujours serein tant que le mercure ne baisse pas; &, quand il baisse, la transparence de l'air diminue, tant pour les montagnes que pour la plaine (1).

Il s'agit d'ailleurs d'expliquer les changemens de pesanteur spécifique de l'air.

125. Mais quand cette première observation ne seroit pas contraire à l'hypothèse de M. *Garden*, il resteroit toujours à découvrir la cause des augmentations & diminutions de pesanteur spécifique de l'air.

Idées de M. Garden à cet égard, examinées.

1°. Mélanges variables d'un fluide plus subtile & plus élastique que l'air.

126. M. *Garden* propose quelques conjectures à ce sujet. Il suppose d'abord, 1°. que l'air renferme dans ses interstices un fluide plus élastique & plus subtile, qui produit la cohésion des corps, & dont les diverses combinaisons avec l'air opèrent les changemens qui arrivent

---

(1) Je tiens de M. *de La Condamine* un fait très-intéressant sur cette matière; c'est que pendant les opérations géodésiques faites au Pérou pour la mesure d'un arc du méridien, il a remarqué constamment, que le matin étoit le temps le plus favorable pour prendre les angles: on voyoit distinctement les signaux à vingt & vingt-deux mille toises de distance avec des lunettes à deux verres, de deux pieds à deux pieds & demi, & cela jusques vers les neuf heures du matin: mais depuis ce moment, les vapeurs s'élevoient & troubloient la transparence de l'air; & c'étoit aussi celui où le mercure, parvenu à sa plus grande hauteur, commençoit à redescendre. Voyez encore un fait analogue à celui-là, dans la note du n°. 530.

dans sa pesanteur spécifique : mais ce n'est-là que reculer la difficulté ; car il faudroit savoir quelle est la cause du changement de combinaison de ces deux fluides. D'ailleurs, l'augmentation dans la quantité de ce fluide plus élastique, devroit produire bien d'autres effets aussi sensibles que la diminution du poids de l'air. Par exemple, l'Auteur attribue la cohésion des corps à ce fluide subtile ; mais puisqu'on n'apperçoit jamais de changement dans la cohésion des corps, c'est une preuve que la cause de la cohésion n'a point de rapport immédiat avec celle des variations du Baromètre.

Une seconde conjecture de M. *Garden*, est qu'il se fait des mélanges d'autres fluides avec l'air qui, en le pénétrant intimement & se logeant dans ses interstices, forment un composé dont la pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'air pur, ou qui en général, pouvant être différemment combinés, produisent des changemens dans la pesanteur spécifique du mixte. Mais encore, à cet égard, M. *Garden* ne fait que reculer la difficulté, & sa supposition n'est appuyée d'aucune preuve. 2°. Pénétration intime d'un autre fluide dans les interstices de l'air.

Enfin, il attribue beaucoup d'influence à la chaleur, dont les différens dégrés rendent l'air plus ou moins élastique : il croit que, quand l'air est plus élastique, il presse moins sur sa bâse, parce que sa pesanteur spécifique diminue. Je pense à cet égard comme M. *Garden*, quoique des Physiciens célèbres, confondant l'air libre avec l'air renfermé, aient pensé le contraire (211). Mais la chaleur agit pour 3°. La chaleur.

le moins aussi puissamment sur les vapeurs que sur l'air; & diminuant ainsi leur pesanteur spécifique, en même temps qu'elle diminue celle de l'air, elle ne peut contribuer à leur chûte. D'ailleurs, nous voyons souvent le mercure fort haut en été, & fort bas en hiver; ce qui prouve que les grandes variations du Baromètre ne peuvent être attribuées à cette cause.

Hypothèse du Docteur WALLIS.

La variété des Idées du Docteur *Wallis*, prouve la difficulté de cette matière.

127. Rien ne fait mieux connoître les difficultés qui se rencontrent à chaque pas, lorsqu'on cherche la cause des variations du Baromètre, que la variété des opinions de M. *Wallis*.

Il crut d'abord que le mercure devoit être *haut* par le poids des vapeurs, & *bas* par l'air sec.

Il adopta ensuite la diminution de pression verticale par les vents;

l'augmentation de ressort & de pression de l'air par la chaleur.

On a vu précédemment qu'il pensa d'abord, avec les premiers Physiciens qui s'occupèrent de cet objet, que le mercure doit s'élever quand l'air est chargé de vapeurs, & s'abaisser quand ces vapeurs retombent en pluie. Cependant, comme il fut obligé de convenir que le mercure baisse sans qu'il ait plu, & que sa plus grande hauteur est souvent un indice de beau temps, il expliqua le premier phénomène par l'action de quelque vent qui diminuoit la pression verticale de l'air; & il eut recours pour le second à l'action de la chaleur, mais d'une manière opposée à celle de M. *Garden* & au vrai; car il jugea que, la chaleur augmentant le ressort de l'air, sa pression devoit être plus grande sur la terre, & que par conséquent le Baromètre devoit monter. C'est ainsi qu'il pensoit, en *1666*, sur l'influence de la chaleur

leur (1); mais dans un nouveau Mémoire qu'il donna ſur ce ſujet, en 1669, il reconnut qu'il s'étoit trompé (2). Cependant, toujours perſuadé que la chaleur fait monter le mercure dans le Baromètre, il crut pouvoir attribuer cet effet à la dilatation de l'air renfermé dans le mercure, qui rend ainſi la colonne du Baromètre plus longue.

La dilatation de l'air renfermé dans le mercure.

En 1685, M. *Wallis* entreprit de réfuter l'idée de M. *Garden*, ſur l'aſcenſion des vapeurs dans un air plus peſant qu'elles, & leur chûte dans un air plus léger (3). En attaquant cette idée dans ſes conſéquences, il convient qu'elle eſt vraie dans ſon principe, & que ſi l'air étoit toujours calme, les loix de l'hydroſtatique exigeroient ce que penſoit M. *Garden*. Mais il refuſe d'admettre que ces loix puiſſent s'exercer dans un fluide comme l'air, qui n'eſt preſque jamais tranquille; & il penſe, au contraire, que les vapeurs, quoique plus peſantes que l'air, peuvent y monter par cette agitation, comme nous voyons la pouſſiere s'élever de la terre, lorſqu'il régne un grand vent, & qu'elles retombent enſuite quand l'air devient calme, ou quand leur quantité eſt trop grande pour qu'il puiſſe les ſoutenir.

L'agitation de l'air par les vents, qui doit faire monter les vapeurs comme la pouſſiere.

Pour favoriſer les effets de cette cauſe, M. *Wallis* y joint le reſſort de l'air, qu'il conçoit pouvoir être augmenté de deux manières, par

(1) Tranſ. Phil. n°. 10.
(2) Ibid. n°. 55.
(3) Ibid. n°. 171.

l'augmentation du poids qui le presse, & par celle de la chaleur. La premiere augmentation est produite, dans son hypothèse, par l'action des vapeurs elles-mêmes; elles ajoûtent au poids de chaque couche sur ses inférieures, qui, devenant ainsi plus denses & plus élastiques, sont plus propres à soutenir les vapeurs qu'elles renferment. Mais si l'abondance des vapeurs peut devenir une des causes de leur suspension, quelle sera la cause de leur chûte?

Le poids des vapeurs, qui augmente le ressort de l'air.

Quant à l'effet de la chaleur, M. *Wallis* ne le considère plus dans ce Mémoire, comme dans le premier, c'est-à-dire, comme augmentant la pression de l'air sur la terre; il pense seulement que cette pression ne change pas, à cause que les colonnes conservent la même quantité de matière, & que chaque couche, étant plus élastique, soutient plus aisément les vapeurs qu'elle contient. Mais il se présente une difficulté; les colonnes les plus échauffées s'élevant par leur dilatation, doivent se verser sur leurs voisines, & le haut de l'atmosphère sensible doit toujours se mettre de niveau. M. *Wallis* apperçoit cette difficulté, mais il croit la résoudre en supposant que l'air demeure quelque temps à s'étendre, & que, pendant ce temps-là, son augmentation d'élasticité le rend plus propre à soutenir les vapeurs.

La résistance de l'air à son expansion par la chaleur.

Plus il va en avant, plus il trouve d'embarras dans l'explication des phénomènes. Il pleut en hiver, & par conséquent il monte des vapeurs en cette saison, sans que l'air soit échauffé au point requis par son hypothèse.

Cette nouvelle difficulté le porte à croire que les changemens de poids de l'air ne ſont pas auſſi grands que le Baromètre ſemble l'indiquer par ſes variations, dont il faut, ſelon lui, chercher la cauſe dans l'inſtrument lui-même. « Quand nous rempliſſons le Baromètre, dit-il, » il ſe mêle toujours de l'air & de l'humidité » avec le mercure. En été, cet air, ſe dilatant, » écarte les parties du mercure qui monte ainſi, » ſans que le poids de l'atmoſphère ait changé. » L'eau ſe contracte par le froid, juſqu'au mo- » ment où, venant à geler, elle ſe dilate : qui » ſait ſi l'air n'en fait pas de même ? S'il le » fait, nous concevrons pourquoi le mercure » ſe dilate auſſi en hiver ; ce ſera parce que » l'air ou l'eau qu'il contient ſe dilatent en » gelant ».

Enfin il croit voir une partie de ces cauſes dans le Barom. même.

L'air contenu dans le mercure pourroit bien, dit-il, ſe dilater en gelant.

On conçoit aiſément que les hypothèſes de M. *Wallis* n'eurent pas beaucoup de partiſans ; elles étoient trop compliquées, & ſon ſyſtême n'étoit pas aſſez lié, pour obtenir l'approbation de ceux qui ſavent qu'en général les loix de la nature ſont ſimples dans leurs principes, & que, plus on eſt obligé d'entaſſer de ſuppoſitions, moins un ſyſtême eſt vraiſemblable.

Hypothèſe du Docteur LISTER.

128. De toutes les hypothèſes qu'on a imaginées pour expliquer les variations du Baromètre, il n'y en a point de plus étrange que celle de *Liſter*. Peu ſatisfait de toutes celles où l'on cherchoit à rapporter les variations du Baro-

Liſter attribue toutes les variations du Baromètres à des contractions & expanſions ſingulières du mercure.

mètre aux mêmes causes qui produisent les changemens d'état de l'air, il crut que ces deux effets étoient indépendans, & qu'il falloit chercher dans le mercure même les causes des variations du Baromètre; voici le précis de son hypothèse, tiré des *Transactions Philos.* n°. 165, année 1683.

Précis de son système.

« On a observé, dit-il, à *Sainte-Hélène* & » aux *Barbades*, que le Baromètre n'y est point » affecté par les différens états de l'air, soit » que le temps soit nuageux, venteux, plu- » vieux, ou serein, excepté dans les violents » ouragans; & probablement il en est de même » dans tous les pays renfermés entre les tropi- » ques. L'observation à Sainte-Hélène a été » faite par M. *Halley*, qui y tint un Baro- » mètre en expérience pendant deux mois; & » celle des Barbades est fondée sur nos re- » gistres.

» Il n'en est pas de même en Angleterre; » on y remarque que dans les violentes tem- » pêtes, & lorsque le Baromètre est le plus » bas, le mercure se *brise* & chasse de petites » particules; c'est ce que j'ai observé plusieurs » fois. Je regarde cet accident comme une » espèce d'*écorchure* : & dans tous les cas où » le mercure descend, il *s'écorche* plus ou moins; » ce qui provient d'une forte contraction, qui » rapproche ses parties les unes des autres. Ma » conjecture est d'autant plus probable, que » dans ces temps-là le mercure chasse de nou- » velles particules d'air dans le haut du tube; » ce qui, augmentant la quantité de l'air, &

» par conséquent son élasticité, fait que le » mercure est repoussé en-bas par une force » qui est hors de lui, tandis qu'il se contracte » lui-même ; c'est-à-dire qu'il descend par » deux causes distinctes dans leur action, mais » qui concourent au même effet. On ne peut » douter qu'il n'y ait beaucoup d'air mêlé dans » le mercure, car on le voit en appliquant un » fer chaud contre le tube, comme on le fait » lorsqu'on veut en purger le Baromètre ; & » en ce que le fer poli se rouille quand on le » plonge dans le mercure, comme quelques » Physiciens l'ont observé depuis peu.

» Quand le mercure s'élève dans le tube, ce » qui arrive certainement tant dans le froid » que dans le chaud, il revient alors dans son » état naturel, libre & dilaté comme il doit » l'être, c'est-là son état permanent entre les » tropiques, & c'est ce qui n'arrive chez nous » que quand il fait chaud ou froid. Mais quand » le mercure descend, il est contracté & comme » repoussé ou tiré sur lui-même ; c'est ce qui » arrive dans notre climat d'Angleterre, & » vraisemblablement, plus ou moins, par-tout » hors des tropiques. Cette contraction paroît » manifestement par la concavité des deux sur» faces du mercure, c'est-à-dire, non-seulement » dans le haut du tube, mais encore, en bien » observant, à la surface du mercure dans » le vâse où le tube est plongé.

» La difficulté gît à concevoir la produc» tion d'un même effet, savoir l'ascension du » mercure dans le Baromètre, par deux causes

» si dissemblables, le grand chaud & le grand
» froid; des exemples peuvent servir à la faire
» comprendre. La lymphe de notre sang se
» coagule par le froid & par le chaud; les
» sels retournent dans leur état naturel de
» crystallisation, par les deux extrêmes; l'état
» naturel de l'eau est d'être glace, & celui du
» mercure d'être un roc dur. Nos humeurs en
» général sont dans l'état le plus naturel, dans
» le grand froid & dans le grand chaud; la
» longue vie des montagnards d'Angleterre
» prouve que le froid est naturel à l'homme;
» les animaux dont la liqueur vitale est froide,
» pullulent plus que les autres, comme les
» insectes, & ceux-ci se conservent dans la
» glace ».

Outre le peu de vraisemblance de ce système, il est contraire aux observations.

129. Telle est en abrégé l'hypothèse de *Lister*; je ne l'ai rapportée que pour montrer dans quels écarts on a donné sur cette matière: il seroit inutile de la réfuter pied-à-pied; une seule observation suffit pour détruire son fondement principal. Dans un Baromètre fait d'un tube cylindrique & simplement recourbé, si la grande colonne de mercure s'accourcit d'une certaine quantité, par la diminution du poids de l'air & sans qu'il y ait aucun changement dans la température, la petite colonne s'allonge de la même quantité; ce qui prouve que le mercure ne se contracte pas, & par conséquent toute l'hypothèse, fondée sur cette contraction, est renversée nécessairement. J'ajouterai par surabondance, que le mercure s'élève & s'abbaisse dans les Baromètres placés en des lieux où la

température ne change point; ce n'est donc pas à l'action immédiate du *froid* & du *chaud* que ses variations doivent être attribuées. J'ai vu quelquefois de petites bulles de mercure attachées contre les parois du tube dans le vuide; c'est sans doute ce que *Lister* appelle des *écorchures*, ou ces particules qu'il prétend être lancées par le mercure lorsqu'il se contracte : mais je les ai vues dans des temps fort contraires à sa supposition, puisque c'étoit dans de grandes chaleurs, ou quelquefois en exposant le Baromètre au soleil, au plus fort de l'été; ces petites bulles sont peut-être l'effet d'une sorte d'évaporation que le vuide favorise; mais, quoi qu'il en soit, outre que les mêmes circonstances apparentes ne produisent pas toujours ces petites bulles, elles ne peuvent être favorables à son hypothèse, puisque je les ai vues dans les temps mêmes où, suivant lui, le mercure doit être dans son état naturel.

Hypothèse de M. HALLEY.

130. On a tenté depuis long-temps d'expliquer de diverses manières les variations du Baromètre, par une cause générale & très-puissante à divers égards, je veux dire les *vents* : mais le célèbre M. *Halley* est le premier qui ait formé un systême complet sur l'influence de cette cause dans les changemens d'état de l'air relatifs aux variations du Baromètre. **Les vents ont toujours paru très-propres à produire les variations du Baromètre.**

Ce systême est très-bien développé dans un Mémoire qu'il donna en 1685 à la Société

Royale de Londres, dont il étoit membre (1). Il expoſe d'abord les phénomènes d'une manière qui me paroît très-exacte; après quoi il entreprend de les expliquer par le moyen des vents. Je vais rapporter ces phénomènes, en joignant à chacun l'explication qu'en donne M. *Halley*; & comme ces explications ne me paroiſſent pas fondées ou ſuffiſantes, j'ajouterai les réflexions qui m'ont conduit à porter ce jugement.

M. *Halley* a fait un ſyſtême complet de leur action ſur l'air.

Expoſition & examen de ce ſyſtême.

131. Ph. 1er. *En temps calme & incliné à la pluie, le Baromètre eſt ordinairement bas.*

Effet des vents contraires partant d'un même lieu.

Expl. « C'eſt parce que l'air étant plus léger, les vapeurs ne peuvent plus s'y ſoutenir;
» cette plus grande légéreté vient de ce qu'il
» ſouffle deux vents contraires, qui partent
» tous deux du lieu où le Baromètre eſt placé,
» dans lequel l'air eſt raréfié par ce moyen ».

Réfl. Mais pourquoi l'air qui ſe répand ainſi de tout côté, n'entraîne-t-il pas avec lui les vapeurs, au lieu de favoriſer leur chûte? On conçoit mieux l'accumulation des vapeurs & leur chûte, quand elles ſont pouſſées vers un même lieu par des vents contraires. D'ailleurs, la cauſe de ce calme dans un lieu qui eſt l'origine de deux vents, ne peut être que la chaleur, qui dilate l'air; mais elle doit auſſi dilater les vapeurs & diminuer par conſéquent leur peſanteur ſpécifique autant & plus que celle de l'air.

(1) Tranſ. Phil. n°. 181.

Ph. 2. *Dans un temps serein & fixe, le mercure est généralement haut.*

Expl. « Le lieu où le Baromètre est placé, » se trouve alors comme un centre où des » vents contraires aboutissent, ce qui forme le » calme; la colonne d'air s'élève par ces im- » pulsions opposées, & devient plus dense par » l'augmentation de pression, tant latérale que » verticale; elle doit donc soutenir plus effica- » cement les vapeurs, en même temps qu'elle » fait élever le mercure dans le Baromètre ». **Effet des vents contraires souflant vers un même lieu.**

Réfl. Si telle devoit être la cause du calme qui accompagne quelquefois le beau temps, je crois qu'il y en auroit bien rarement de semblables; car pour cet effet il faudroit un parfait équilibre entre les vents contraires qui le produiroient. Nous voyons de plus que la force des vents varie continuellement, ce qui produit un flux & reflux d'air qui résulte des vicissitudes de leur force respective; & bien loin qu'il y ait un calme en de pareilles circonstances, c'est alors que l'air est plus tumultueusement agité. Bien loin encore que, dans un tel conflit, les vapeurs soient mieux soutenues, elles s'accumulent, & acquièrent plus de pesanteur par leur réunion.

Ph. 3. *Dans les grands vents, quoiqu'ils ne soient pas accompagnés de pluie, le mercure est plus bas que jamais : cependant il faut avoir égard à la région d'où le vent souffle.*

Expl. « C'est parce que, dans un grand cou- » rant d'air, les parties voisines calmes ne » peuvent pas venir assez promptement rem- **Effet de la rapidité des vents sur la densité de l'air;**

& sur sa pression verticale.

» placer l'évacuation occasionnée par un si grand » courant, ce qui fait que l'air s'attenue : à » quoi il faut ajouter la diminution de pression » verticale. Mais, dans cette grande agitation, » les particules des vapeurs, étant soutenues & » dissipées, ne peuvent tomber, comme l'exige- » roit sans cela la raréfaction de l'air ».

Réfl. Je remarque d'abord que la première explication de ce phénomène est contraire à l'hypothèse même de l'Auteur: car, après avoir dit, pour expliquer le premier phénomène, que l'air se raréfie dans les lieux d'où partent les vents, bien loin de pouvoir supposer qu'il se raréfie encore dans les lieux où ils passent, il auroit dû admettre le contraire, parce que l'air chassé d'un lieu doit toujours éprouver quelque résistance à déplacer celui contre lequel il se porte. Quant à la seconde cause qu'indique M. *Halley*, si la diminution du poids vertical produit l'abbaissement du mercure dans le Baromètre, cet abbaissement devroit être produit par tous les vents; ce qu'on n'observe pas. Mais, dans l'énoncé de ce phénomène, l'Auteur fait une exception qu'il explique dans le suivant: il faut donc l'examiner.

Ph. 4. *Toutes choses d'ailleurs égales, la plus grande hauteur du mercure s'observe dans les vents d'est & nord-est.*

Effet de la rencontre des vents nord-est & sud-ouest à 35 degrés lat. nord.

Expl. « Parce que dans le grand Océan » Atlantique, à 35°. de latitude nord, il souffle » presque toujours un vent d'ouest ou sud- » ouest; en sorte que les vents d'est & de nord- » est sont arrêtés aussi-tôt qu'ils rencontrent

» ce vent-là, ce qui fait accumuler l'air sur » l'Angleterre ».

Réfl. L'accumulation ne devroit jamais se faire qu'à 35° de latitude nord ; là, suivant M. *Halley*, il doit y avoir un calme. J'ai contesté la production de ce calme, mais en l'accordant même, il me paroît toujours vrai que, par-tout où le courant de l'air est encore violent, l'obstacle que peut opposer un vent contraire ne produit encore aucun effet sensible, & peut être regardé comme nul pour soulever l'air ; en sorte que, si le mouvement horisontal de ce fluide devoit produire une diminution dans sa pression verticale, qui pût suffire pour faire baisser sensiblement le mercure dans le Baromètre, comme le dit M. *Halley* dans l'explication du phénomène précédent, cette diminution devroit avoir lieu par les vents de nord-est & de nord, tant que leurs courants ne seroient pas arrêtés par les vents du sud-ouest & de sud ; & il n'y a point de raison pour attribuer cet effet à l'un de ces vents plutôt qu'aux autres.

Ph. 5. *Dans un temps calme & froid, le mercure est ordinairement haut.*

Expl. « Quand il fait froid, le vent vient » ordinairement du nord ou du nord-est, qui » sont des régions froides ; ou, si ce vent ne » souffle pas chez nous, c'est parce qu'il est » arrêté par le vent d'ouest, qui souffle dans » l'Océan : d'ailleurs, le froid condense l'at- » mosphère ».

Effet du vent nord-est par lui-même.

Réfl. Sur la première cause, je n'ajouterai

qu'une réflexion à ce que j'en ai dit dans le *Ph.* 2. Si le calme peut être produit par l'obstacle que le vent d'ouest oppose aux vents du nord ou du nord-est, dans un calme de cette espèce, l'air sera rarement *froid*, parce que le vent d'ouest est *chaud* pour l'ordinaire. Quant à la seconde cause, elle augmente réellement le poids de l'air; mais elle influe peu quand elle agit seule, puisque le mercure s'élève dans le Baromètre aussi fréquemment en été qu'en hiver.

Ph. 6. *Après de grands vents pendant lesquels le mercure a été fort bas, il s'élève promptement.*

L'explication de ce phénomène est l'inverse de celle du *Ph.* 3. Mais si cette dernière n'est pas solide, son inverse ne sauroit l'être.

Ph. 7. *Les plus grandes variations du Baromètre sont au nord.*

Ph. 8. *Les moindres sont au sud.*

Effet des vents au nord & au sud.

Expl. « C'est parce qu'il y a au nord des » vents plus forts & plus variables qu'au sud ».

Réfl. Si les vents ne peuvent suffire pour expliquer les variations du Baromètre en général, ils suffiront encore moins pour expliquer la différence de ces variations en divers climats, du moins comme cause immédiate.

Hypothèse de M. GARSTEN.

M. *Garsten* explique les variations du Bar. par les vents, d'une manière opposée à celle de M. *Halley*.

132. Je m'écarte de l'ordre des temps, pour donner un exemple de la différence singulière qui se trouve quelquefois dans les jugemens des

hommes sur les mêmes choses. M. *Charles-Louis Garsten* publia, en 1733, un Ouvrage sur la cause des variations du Baromètre (1) : les vents sont les agens principaux auxquels il attribue ce phénomène, mais d'une manière absolument opposée à celle de M. *Halley*.

133. L'ouvrage de M. *Garsten* est divisé en trois parties. Dans la première, il donne une nouvelle théorie de la propagation des *vibrations tremblottantes* dans une suite de corps élastiques contigus. Il affirme que si une cause, quelle qu'elle soit, produit des vibrations de ce genre dans un corps élastique comprimé, il communique ces vibrations aux autres corps élastiques voisins, & que tant que la cause agit, ou que, cessant d'agir, le mouvement n'est pas encore épuisé par la résistance, le premier corps élastique dans lequel les vibrations ont été produites, & ceux auxquels il les a communiquées, sont plus dilatés qu'ils ne l'étoient auparavant.

Précis de son systême sur les *vibrat. tremblottantes.*

134. M. *Garsten* fait, dans la seconde partie, l'application de ce principe aux variations du Baromètre ; & pour cela, il suppose que toute l'atmosphère a un mouvement principal, causé par l'action du soleil, savoir d'Orient en Occident, entre les tropiques, & déclinant plus ou moins de l'est au nord, ou au sud hors

Application de ce systême aux variat. du Baromètre par l'entremise des vents.

(1) *Christiani Ludov. Garsten Tentamina Systematis novi ad mutationes Barometri ex natura elateris aërei demonstrandas, &c. Francofurti 1733, in-8°.*

s'occupoit des variations du Baromètre & des circonstances qui les accompagnent; & comme il est difficile d'observer long-temps des phénomènes de même genre sans les rapporter à quelque hypothèse, M. *de la Hire* embrassa, dès l'année 1705, une opinion particulière sur la cause des variations du Baromètre; elle est énoncée très-nettement dans un article de son Mémoire pour cette année-là: c'est pourquoi je vais rapporter cet article en entier.

Exposition de son hypothèse.

137. « Ce qu'il y a de plus remarquable, dit-il, » dans le Baromètre qui nous marque la pesanteur de l'air, ce sont les changemens qui lui » arrivent dans deux ou trois jours, où nous » le voyons souvent descendre & monter de » plus d'un pouce; ce qui nous fait connoître » les grandes variations qui arrivent en peu » de temps à la *hauteur* de l'atmosphère. Car, » pour rendre raison de ces différentes pesanteurs de l'air, il ne paroît pas vraisemblable » de supposer, comme font quelques Philosophes, différens liquides & de différente » pesanteur sur la surface de la terre, qui sont » tantôt portés d'un côté, tantôt de l'autre (1); » car ils devroient être ordinairement plus légers quand l'air est chargé de vapeurs, comme » les observations nous le font connoître.

Il suppose des transports d'air du *nord au sud* & du *sud au nord*.

» Il me semble qu'on peut fort bien expliquer, comme il suit, tout ce que nous

(1) C'est là une des suppositions de M. *Garden* dont j'ai parlé ci-devant (126).

» observons

» observons de la pesanteur de l'air ou de
» l'atmosphère dans toutes ses circonstances.
» Nous savons, par des observations très-
» exactes, que le Baromètre s'élève en général
» moins haut entre les tropiques que dans les
» pays septentrionaux; d'où l'on peut conjec-
» turer que la figure de l'atmosphère est un
» sphéroïde long, dont l'axe est joint à celui
» de la terre, ce qui est assez facile à expliquer
» dans le système de *Copernic* : mais comme
» par-tout où il y a de l'air il peut y avoir
» des vents, si le même vent règne dans toute
» la masse de l'air, & qu'il vienne du midi,
» il abaissera la hauteur de l'atmosphère dans
» ces pays-là; & au contraire, s'il vient du
» septentrion, il l'élévera. Mais aussi comme
» les vents du midi nous apportent de la pluie,
» il s'ensuivra qu'il doit pleuvoir quand l'air
» paroîtra léger; tout le contraire arrivera de
» l'autre côté.

» C'est en général ce qui doit suivre de cette
» supposition; mais si le vent du midi ne règne
» que sur la surface de la terre, & qu'il y
» ait un vent du nord dans la partie supérieure,
» il pourra pleuvoir, quoique l'air paroisse fort
» pesant; &, par une raison contraire, il pourra
» faire un temps fort serein avec un vent du
» nord, & le Baromètre étant fort bas; car
» nous ne pouvons observer que les vents qui
» sont fort proches de la terre ».

138. J'avoue que cette hypothèse doit plaire au premier coup-d'œil par sa simplicité, & que, pendant quelque temps, j'ai été porté à l'ad- Examen cette hypothèse.

mettre; mais en la considérant avec attention dans ses conséquences, & comparant ces conséquences avec les faits, j'ai changé de sentiment.

Je n'examinerai pas si, la terre étant un sphéroïde applati vers ses poles, l'atmosphère peut former un sphéroïde allongé dans la même direction; il faudroit entrer pour cela dans une discussion assez délicate sur ce qui doit résulter à cet égard des loix du mouvement & de la pesanteur. C'est par un moyen plus simple, & par des faits, que je montrerai le peu de fondement de l'hypothèse de M. *de la Hire*.

Les vents du sud viennent, par rapport à nous, des régions voisines de l'équateur; les vents du nord partent de celles qui sont au-delà du cercle polaire arctique : notre zone ne fait que donner passage à ces vents. Suivant l'hypothèse de M. *de la Hire*, quand les vents viennent du sud, la hauteur de l'atmosphère doit diminuer vers l'équateur; & l'air se portant vers le nord, sa hauteur doit y devenir plus grande : au contraire, quand les vents partent du nord, l'atmosphère doit s'abbaisser dans cette partie du globe, & l'accumulation de l'air sous l'équateur doit y produire l'effet opposé. Dans notre zone les changemens de hauteur de l'air doivent être peu considérables.

Le peu de variation du Bar. sous l'Equateur est absolument contraire à ces transports d'air.

De ces conséquences immédiates il en résulte nécessairement celle-ci : que les moindres variations du Baromètre devroient être dans nos climats; & les plus grandes entre les tropiques, comme aux Poles. Or il est constant,

par le témoignage de tous ceux qui ont observé le Baromètre dans la zone torride, & sur-tout par celui de M. *de la Condamine*, qui l'a observé pendant plus d'un an à *Quito*, que la variation du Baromètre n'y passe pas une ligne & un quart dans toute l'année (1); observation que ce célèbre Académicien a constatée avec plusieurs autres, par une inscription mise sur un marbre à *Quito* (2). Cette considération seule me paroît suffire pour prouver que les changemens de hauteur de l'air supposés par M. *de la Hire*, ou n'ont pas lieu, ou ne sont pas la cause principale des différences de hauteur du mercure dans le Baromètre.

D'ailleurs, M. *de la Hire* se fonde sur les observations du Baromètre au nord & sous l'équateur, pour établir une grande différence de hauteur de l'atmosphère dans ces lieux-là. Or, j'ai beaucoup de raisons de douter que nous connoissions même le rapport des poids de l'air sous l'équateur & dans les régions qui sont au-delà du cercle polaire, à cause du peu d'accord qu'il devoit presque nécessairement y avoir entre les Baromètres dont on s'est servi pour ces observations, tant à l'égard de leur hauteur absolue, que relativement aux effets de la chaleur : au-lieu que je ne vois aucune raison de douter que les observations faites par M. *de*

---

(1) Introduction Historique, ou Journal des Travaux des Académiciens, &c. page 109.

(2) Ibid. pag. 162.

la Condamine au *Pérou* ne soient d'accord entre elles (770 & 771). On sentira la raison de ces différences, quand on aura vu tout ce que j'ai à dire sur l'usage du Baromètre & sa construction.

L'hypothèse de M. *de la Hire* n'explique pas les exceptions qu'il reconnoît lui-même.

Il me paroît encore que les exceptions dont parle M. *de la Hire*, & qui ont lieu réellement, ne découlent pas de son principe. Il dit, *que si le vent de midi ne règne que sur la surface de la terre, & qu'il y ait un vent de nord dans la partie supérieure, il pourra pleuvoir, quoique l'air paroisse fort pesant.* Je lui accorde, suivant son principe, qu'*il pourra pleuvoir* dans cette circonstance, parce qu'il suppose généralement que *les vents du midi nous apportent la pluie :* mais pourquoi, *par une raison contraire, l'air pourra-t-il être fort serein avec le Baromètre fort bas?* c'est-à-dire, pourquoi ne pleuvra-t-il pas, parce que le vent du midi, au lieu de *régner sur la surface de la terre*, passera au-dessus d'un vent du nord? Certainement il n'y a aucun fondement de cette différence, ni dans l'hypothèse de M. *de la Hire*, ni dans la Nature.

Hypothèse de M. MARIOTTE.

Quatrième maniere d'expliquer les variations du Barometre par l'action des vents.

139. Je vais rapporter une quatrième hypothèse pour expliquer les variations du Baromètre par le moyen des vents : elle est de M. *Mariotte*, Physicien célèbre & qui mérite bien d'être écouté, quand il s'agit de l'atmosphère. Voici ses idées sur ce sujet, telles qu'il les a exposées dans son *Discours sur la nature de l'air*, imprimé en 1717.

Énumération des phénom.

140. « J'ai fait, dit-il, quantité d'observa-

» tions à Paris pendant plusieurs années, & j'en ai fait faire en même temps quelques-unes à *Loches*, au *Mont de Marsan*, à *Dijon*, &c. desquelles j'ai tiré les maximes suivantes.

suivant M. Mariotte.

» Lorsqu'un vent du sud ou du sud-ouest » a soufflé quelques jours, & qu'il survient » un vent de nord ou de nord-est, le mer» cure s'élève de 7 ou 8 lignes plus haut qu'il » n'étoit, & se met à 28 pouces ou à 28 pouces » & quelques lignes, & il fait ordinairement » beau temps.

» S'il vient un vent de sud ou de sud-ouest » après un vent d'est, ou d'est-nord-d'est, le » mercure descend jusqu'à 27 pouces 4 lignes, » & quelquefois jusqu'à 27 pouces, ou 26 » pouces 10 lignes, & il se fait alors de grandes » pluies. Il arrive quelquefois que le sud & » le sud-ouest ayant poussé beaucoup d'air & » de nuées vers les parties du nord & du nord» est, il se fait un reflux d'air qui fait le nord » ou le nord-est; ces vents ramènent les nuées, » & les pressant, il se fait une pluie continuelle » pendant un jour ou deux.

» Lorsque les vents du nord & du nord-est » cessent, l'est règne souvent ensuite, & le sud » & le sud-ouest lui succèdent ».

141. Ces remarques sont assez justes, mais l'énumération des cas est trop incomplette pour que M. *Mariotte* puisse en déduire la cause générale des phénomènes : voici celle qu'il croit découvrir.

Cette énumération est incomplette.

142. « Il y a deux causes, dit-il, pourquoi » l'abbaissement du mercure dans le Baromètre

Le sud-ouest doit diminuer le poids de l'air & produire la pluie.

» est un signe de pluie. La première est, qu'il » descend quand l'air est moins pesant & moins » pressé, & quand l'air est dans cet état, il » ne peut soutenir les vapeurs; d'où il résulte » que les supérieures tombent sur les inférieures » & font de grosses nuées, qui enfin se ré- » duisent en pluie. La seconde, que le sud » & sud-ouest qui règnent ordinairement alors, » passent par-dessus des mers avant que d'ar- » river en France, & par conséquent ils se » chargent de beaucoup de vapeurs ».

Pourquoi cette diminution de poids de l'air; & son augmentation par le nord-est?

143. Il est vrai que cette seconde cause produit la pluie, c'est-à-dire, que le sud & le sud-ouest charrient des vapeurs. Mais pourquoi le Baromètre baisse-t-il alors? & pourquoi monte-t-il par le nord & le nord-est? Voici les raisons qu'en donne M. *Mariotte*.

Réponse de M. *Mariotte*. Le *nord-est* condense l'air, & souffle de haut en-bas.

144. « Le nord & le nord-est font ordi- » nairement élever le mercure des Baromètres, » non-seulement parce qu'ils rendent l'air plus » pesant en le condensant, mais aussi parce » qu'en soufflant contre la terre de haut en » bas, & pressant l'air par ce moyen, ils aug- » mentent son ressort, ce qui fait élever le » mercure; & comme le nord-est amène ordi- » nairement le beau temps en France, on juge » par cette élévation qu'il doit faire beau temps.

Explication de cette direction du *nord-est*.

M. *Mariotte* pensant que la cause la plus puissante des vents généraux est le mouvement de rotation de la terre, explique comment il conçoit que le nord peut souffler de haut en-bas.

» Je suspends, dit-il, à un fil, une boule

» de plomb d'environ trois pouces de diamètre,
» & je lui donne un mouvement en rond fort
» vîte (un mouvement de rotation sans doute);
» dans un vâse plein d'eau; alors la poussière &
» les autres saletés s'élèvent du fond de l'eau vers
» la boule, si elle n'en est éloignée que de trois
» ou quatre pouces, pendant que l'eau qui est
» à l'entour des parties de la boule qui ont le
» plus grand mouvement tourne en rond autour
» avec elle.

» Le nord-est & l'est-nord-est, continue-t-il,
» amènent le beau temps en France par trois
» causes: la première est, que depuis le royaume
» de la Chine jusqu'en France, ils ne passent
» par-dessus aucune mer. La seconde, que,
» soufflant de haut en-bas, ils empêchent le
» peu de vapeurs qui viennent des terres de
» s'élever. Et la troisième, que, rendant l'air
» plus condensé, les vapeurs élevées ne retom-
» bent pas si facilement sur les inférieures pour
» se joindre ensemble & former les pluies.

Le *sud* & le *sud-ouest* soulèvent l'air.

» Le sud & le sud-ouest qui viennent de
» loin, soufflent selon les tangentes de la terre
» & soulèvent l'air supérieur, & par consé-
» quent diminue le ressort de l'inférieur; d'où
» il arrive que le mercure du Baromètre se
» baisse, & alors on peut pronostiquer la pluie,
» particulièrement si le vent ayant été à l'ouest
» retourne immédiatement au sud ou au sud-
» ouest. Mais lorsqu'il retourne de l'est-nord-est
» au nord ou nord-nord-est, c'est un signe de
» continuation de beau temps, quand même le
» mercure baisseroit un peu.

L'est souffle horisontalement, & produit les brouillards.

» Le vent d'est amène des brouillards, particulièrement en hiver, & les autres vents » fort rarement ; ce qui procède de ce que » le vent d'est ne se fait pas par un mouvement d'air qui puisse dissiper les vapeurs en-haut, ou qui les rabatte contre terre, mais » par le seul mouvement de la terre contre » un air qui ne va pas si vîte ; ce qui fait » que les vapeurs qui s'étendent joignant la » terre, demeurent toujours à la même hauteur, & sont rencontrées successivement par » divers endroits de la circonférence de la terre ».

Examen de cette hypothèse relativement au N. E. & au S. O.

145. Il est difficile de comprendre comment M. *Mariotte* a pu imaginer ces directions qu'il donne aux vents, & les effets qu'il leur assigne. Car, qu'est-ce qu'un mouvement de haut en-bas dans un vent qui vient *de la Chine en France?* Quand, en partant d'un lieu si éloigné, le vent nord-est se précipiteroit des régions les plus hautes de l'atmosphère où il puisse avoir son origine, formeroit-il en France un angle assez grand avec la surface de la terre, pour qu'il pût en résulter une *pression de haut en-bas?* Quant à la direction du sud & du sud-ouest *selon les tangentes de la terre*, si ces vents se mouvoient en ligne droite, cette ligne pourroit être tangente à un point de la surface de la terre ; mais alors même ces vents ne seroient apperçus qu'en cet endroit-là ; & parvenus dans nos climats, à peine atteindroient-ils les dernières régions de l'atmosphère ; ils n'existeroient pas même pour nous. Si M. *Mariotte* entendoit par cette direction, *suivant les tangentes de la*

terre, quelque chose de semblable à l'impulsion que les planètes ont reçue pour résister à la gravitation & se mouvoir dans leurs orbites, il ne devoit pas considérer une de ces directions seule, mais la courbe qui en résulte; c'est-à-dire, qu'il devoit envisager les vents comme râsant par-tout la surface de la terre. En général, les vents sont des courans d'air; & si ces courans ne rencontrent aucun obstacle, ils doivent toujours suivre la bâse qui les soutient.

Formation & dispersion des brouillards.

146. Quant aux brouillards, je n'ai jamais remarqué qu'aucun vent soit leur cause immédiate: ils sont produits dans le voisinage de la mer, des lacs, des rivières & des marais, quand l'eau est beaucoup plus chaude que l'air; ce qui arrive le plus souvent en automne. Lorsque les brouillards sont formés, tout vent qui ne les dissipe pas par sa force & qui ne réchauffe pas l'air, peut les transporter çà & là; le vent d'est n'a pour cela aucune propriété particulière tirée de sa direction.

Hypothèse de M. LE CAT.

Cinquième manière d'expliquer les variations du Bar. par le moyen des vents.

147. Les *vents* ont toujours paru si propres à changer l'état de l'air, & leur action peut être envisagée de tant de manières, qu'on ne sera pas surpris de voir une cinquième hypothèse imaginée pour expliquer les variations du Baromètre par cette cause. Cette hypothèse est de M. *le Cat*; on la trouve dans un Mémoire que ce Savant lut en 1748 dans une assemblée publique de l'Académie de Rouen, dont

L'est souffle horisontalement, & produit les brouillards.

138 [illegible] il est Mesnier : voici comment il s'explique sur ce sujet (1). « C'est un fait constant en Physique que [illegible] l'air de l'équateur fait très-peu monter le Baromètre. Au contraire, l'*air dense du nord* le fait élever considérablement, comme d'une ligne environ par chaque 10 toises. Au lieu qu'ici, pour faire élever le mercure d'une ligne, il faut descendre 13 ou 14 toises, & à l'équateur beaucoup plus encore....

» Le vent est-nord-est nous apportant un *air* » *du nord très-dense* & pareil à celui qui fait » tant monter le mercure en Suède, doit pro- » duire le même effet chez nous ; & le vent » sud-sud-ouest, au contraire, nous apportant » un *air de l'équateur*, doit faire baisser le mer- » cure, comme on le voit arriver dans ces » *climats brûlans* ; & ainsi des autres vents situés » entre les deux premiers. Mais d'où vient » n'est-ce pas les vents du nord & du sud tout » court qui produisent ces deux variations ex- » trêmes ? C'est qu'en France le vent nord » passe un long trajet de mers, & que l'air » des mers en pays froid est naturellement plus » doux, moins dense, à cause du mélange con- » tinuel qui se fait de ces eaux avec celles des » climats tempérés, & peut-être encore par les » vapeurs marines qui altèrent la densité de l'air ; » au-lieu que le vent est-nord-est ne traverse » que des terres, & nous apporte l'air de Mos-

(1) *Nouv. Magasin François*, pour le mois de Décembre 1750.

» cövie sans mélange, & comme de la pre-
» mière main. Par la même raison le vent
» sud-sud-ouest nous apporte, par les terres
» d'Espagne, un air d'Afrique non altéré par
» les températures adoucies que lui donneroient
» les eaux des mers Océane & Méditerranée...

» Mais si c'est le vent ou l'air qu'il apporte
» qui règle les variations du Baromètre, ces
» variations devroient être constamment con-
» formes à ces vents. Par exemple, le vent
» est-nord-est donneroit toujours une très-
» grande hauteur du mercure, comme de 28
» pouces 4 lignes à Rouen, & jamais moins;
» cependant on voit quelquefois sous ce vent
» le Baromètre plusieurs lignes au-dessous de
» cette hauteur. Je réponds que, s'il ne ré-
» gnoit jamais qu'un vent à la fois, les hau-
» teurs du Baromètre seroient régulièrement
» les mêmes pour chaque espèce de vent; mais
» un vent unique est très-rare : la plupart du
» temps il en règne plusieurs ensemble dans
» les différentes couches de l'atmosphère; &
» *c'est de leur combinaison que résultent les tem-*
» *pératures mixtes de l'air*, & l'irrégularité des
» variations du Baromètre ».

148. On peut contester à M. *le Cat* que le vent sud-sud-ouest, ou sud-ouest, ne soit pour l'ordinaire accompagné de l'abbaissement du mercure dans le Baromètre, & qu'on ne remarque un effet contraire par l'est-nord-est, ou le nord-est : il a raison aussi de dire que la girouette n'indique pas toujours le vent qui domine dans l'atmosphère. Mais ces vents influent-ils sur le

Examen de cette hypothèse.

Baromètre comme causes immédiates? C'est ce qui ne me paroît pas probable.

M. *le Cat* n'exprime pas clairement de quelle nature il conçoit que doit être cet *air de l'équateur qui fait très-peu monter le Baromètre*, ni cet *air dense du nord qui le fait élever considérablement*. L'air ne peut être d'une nature différente dans ces deux parties de notre globe: car, outre que, depuis la création du monde, les vents auroient mêlé ces diverses espèces d'air au point de rendre le composé semblable par-tout, je prouverai, dans la suite, que l'air est de même nature dans les deux zones tempérées, sous l'équateur, & probablement dans tous les climats (784). C'est donc sans doute par la différence de température que M. *le Cat* distingue l'air du nord & de l'équateur; il paroît du moins que c'est-là son idée, par ces expressions: *l'air dense du nord; l'air des climats brûlans de l'équateur; c'est de la combinaison des vents que résultent les températures de l'air.* Or il est aisé de prouver que cette différence de température n'est pas la cause des principales variations du Baromètre. Tous ceux qui observent avec quelqu'attention, ont pu remarquer que l'air est, pour l'ordinaire, moins chaud en hiver par le vent sud-ouest, qu'il ne l'est en été par le vent nord-est; cependant le Baromètre est beaucoup plus bas dans le premier cas que dans le dernier; au-lieu que ce devroit être le contraire, si la hauteur du mercure dépendoit de la température de l'atmosphère; c'est-à-dire, si l'air moins chaud devoit soutenir le mercure plus

L'air est de même nature au nord & sous l'équateur.

Les différences de sa température ne sont pas la cause principale des variat. du Bar.

élevé dans le Baromètre. En général, par l'hypothèse de M. *le Cat*, le mercure devroit baisser dans le Baromètre à mesure que l'air deviendroit plus chaud, & par conséquent moins dense: le Baromètre devroit donc être toujours fort haut en hiver & fort bas en été; ce qui n'est pas conforme à l'expérience. La différence de température de l'air produit bien quelqu'effet sur le Baromètre; je le prouverai même dans la suite; mais cet effet n'est qu'une bien petite partie des variations qu'on observe dans cet instrument.

Hypothèse de M. WOODWARD.

149. Lorsque j'ai dit ci-devant que, dans l'explication des phénomènes du Baromètre, quelques Physiciens se sont laissés entraîner au desir de rapporter tout à un systême favori, M. *Woodward* étoit un de ceux que j'avois particulièrement en vue. *Systême géographique de M. Woodward.*

Suivant l'hypothèse fondamentale de cet Auteur, dans sa *Géographie physique*, la terre est un globe creux rempli d'une prodigieuse quantité d'eau. Cette eau intérieure communique avec l'Océan par des canaux qui traversent la croûte solide; elle pénètre aussi cette croûte partout où elle est rompue ou crevassée; elle s'insinue dans toutes les matières poreuses; elle s'imbibe même plus ou moins dans les pierres de toute espèce, en sorte que la croûte est humide par-tout. Toute la masse solide & fluide de la terre est douée d'un dégré de chaleur constant & assez considérable pour tenir toutes *La terre est, suivant lui, un globe creux rempli d'eau.* *Toutes les parties solides sont pénétrées d'humidité.*

les particules qui la composent, & particulièrement les fluides, dans une agitation continuelle; ce qui produit une circulation de ces fluides dans l'atmosphère & dans l'intérieur du globe. L'eau s'élève dans l'atmosphère en forme de vapeurs; elle y flotte pendant quelque temps, puis elle retombe en pluie, en rosée, en grêle, en neige & en brouillards; elle arrose ainsi la surface de la terre, & retourne enfin dans le réservoir intérieur, soit en se rendant à la mer par les fleuves, soit en pénétrant la terre par ses crevasses.

La chaleur interne produit une évaporation continuelle.

150. Suivant M. *Woodward*, & par une conséquence de son hypothèse, les sources ni les rivières ne proviennent pas des vapeurs que le soleil élève de la mer, & que les vents portent & condensent contre les montagnes, mais elles sortent de la terre comme d'un alambic. La chaleur interne fait élever continuellement les vapeurs du grand réservoir d'eau; ces vapeurs pénètrent toutes les couches, circulent dans leurs intervalles & s'y condensent en partie. Quand ces couches sont élevées au-dessus des plaines, l'eau s'écoule & forme des ruisseaux qui, par leur réunion, forment à leur tour des rivières & des fleuves. Si les vapeurs se condensent dans des couches qui soient au niveau ou même au-dessous des plaines, elles forment alors des sources dormantes, ce sont celles des puits.

Les rivières sortent de la terre comme d'un alambic.

Ce grand réservoir que M. *Woodward* suppose renfermé dans les entrailles de la terre, fournit, suivant lui, en toute saison, la même quantité d'eau, parce que la chaleur intérieure

Les rivières doivent donc avoir plus d'eau en hiver qu'en été.

est constante; mais comme en approchant de la surface de la terre les vapeurs sont soumises aux influences de la chaleur de l'air, cette chaleur extérieure, qui fait évaporer l'eau, n'étant pas toujours égale, la quantité d'eau qui s'écoule sur la terre, ou qui s'en élève, varie suivant le dégré de cette chaleur. Aussi, dit M. *Woodward*, la quantité de pluie qui tombe en été surpasse d'autant plus celle qui tombe dans les saisons froides, que la chaleur du soleil en été est supérieure à celle qu'il a dans les autres saisons. D'un autre côté, comme dans les saisons froides l'eau renfermée dans l'intérieur de la terre fournit beaucoup moins de vapeurs extérieures, celles qui sont parvenues près de la surface de la terre s'y condensent en plus grande quantité, & fournissent plus d'eau aux sources & aux rivières.

151. M. *Woodward* porte plus loin le détail des conséquences de son hypothèse; mais après l'esquisse que je viens d'en donner, je me borne à ce qui concerne les météores & les variations du Baromètre : je vais donner le précis de ce qu'il dit à cet égard dans deux Lettres écrites à M. *Robert Southwell* en 1698, jointes à sa *Géographie physique*.

Hypothèse de M. *Woodward* sur les variat. du Bar. fondée sur le choc des vapeurs contre l'air.

M. *Woodward* pose d'abord les principes suivans :

1°. Le mercure est soutenu dans le Baromètre par la pression de l'air.

2°. Cette pression vient de la pesanteur de ce fluide jointe à celle des vapeurs & des exhalaisons qu'il renferme.

3°. Le poids de tout corps croît en raison de sa masse.

4°. Le poids des mélanges croît en raison des masses de chacun des corps qui les composent.

Donc l'air a plus de poids lorsqu'il contient plus de vapeurs & d'exhalaisons. Mais presse-t-il davantage la terre? Pour répondre à cette question, M. *Woodward* suppose;

1°. Que l'eau des pluies vient de la terre, d'où elle sort pour s'élever dans l'air à une grande hauteur;

2°. Que, pendant son ascension, elle ne fait point sentir son poids, & ne presse point l'air ni les autres corps;

3°. Que le mouvement par lequel elle monte est opposé à celui par lequel l'air presse la surface de la terre; qu'en s'élevant elle ne peut passer dans les intervalles de l'air sans le heurter & diminuer ainsi sa pression vers le bas.

Voilà pourquoi le mercure doit baisser, suivant M. *Woodward*, quand les vapeurs montent: &, par la raison contraire, il doit s'élever, quand les vapeurs cessent de monter, c'est-à-dire par deux causes; l'une est, l'augmentation de poids occasionnée par les vapeurs suspendues dans l'air; l'autre est, la cessation de leur effort contre les particules d'air de bas en-haut.

Examen du système fondamental de M. *Woodward*.

152. M. *Woodward* s'attache à développer les combinaisons possibles de ces deux effets, c'est-à-dire de l'ascension des vapeurs & de leur chûte, & prétend expliquer les phénomènes par ces combinaisons. Je n'entrerai pas dans ces détails,

détails, parce que, ſi le principe n'eſt pas fondé, les conſéquences tombent d'elles-mêmes. Je me bornerai donc à examiner le principe, c'eſt-à-dire, ſi l'exiſtence de ce réſervoir ſouterrain nous eſt prouvée par des faits.

153. Il n'y a preſque aucune rivière qui n'ait des accroiſſemens & des diminutions périodiques; mais ces changemens n'ont pas lieu dans le même temps pour toutes les rivières, pas même pour toute l'étendue de la même rivière. Les unes ont leur accroiſſement en été, & les autres en hiver.

Toutes les rivières ont des accroiſſemens périodiques;

mais non dans la même ſaiſon.

154. Suivant l'expoſé de M. *Woodward*, & par une conſéquence néceſſaire de ſon principe, les rivières qui parcourent de grandes plaines & ſur leſquelles les ſaiſons pluvieuſes influent beaucoup, doivent être à leur plus grande hauteur en été, puiſque, ſuivant lui (150), il s'élève de la terre même une quantité beaucoup plus conſidérable de vapeurs, qui, retombant en pluie, ne peuvent pas rentrer dans la terre, qui eſt leur ſource, mais doivent s'écouler dans le lit des rivières & retourner au réſervoir intérieur par l'Océan (148) : au contraire, celles qui viennent des hautes montagnes doivent être enflées en hiver dès leur ſource, puiſque, dans ſon hypothèſe (150), l'évaporation étant moindre & la condenſation plus prompte en cette ſaiſon, ſur-tout dans des montagnes couvertes de neige, l'eau intérieure doit s'écouler par ces rivières en plus grande abondance.

Par le ſyſtême de M. *Woodward* les rivières des plaines doivent être plus hautes en été;

& celles des hautes montagnes en hiver.

155. Cependant, nous voyons tout le contraire; car, par exemple, la *Seine*, qui doit la

L'expérience prouve le contraire.

plus grande partie de ses eaux aux sources basses & aux pluies, en charrie beaucoup plus en hiver qu'en été, tandis que le *Rhône*, le *Rhin* & tous les fleuves qui prennent leur origine dans de hautes montagnes, sont plus enflés en été qu'en hiver, du moins dans la partie de leur cours qui n'a encore reçu les eaux que de ces montagnes.

Les rivières ont leur source dans les vapeurs qui viennent des mers.

156. L'hypothèse de M. *Woodward* est donc en défaut dans sa première conséquence, c'est-à-dire dans celle qui en découle le plus nécessairement; au-lieu que, par la seule circulation des eaux dans l'air & à la surface de la terre, cette différence, dans les temps des accroissemens & des diminutions des rivières, s'explique sans aucun embarras.

Celles qui viennent des hautes montagnes sont basses en hiver, & pourquoi.

157. Ceux qui ont eu occasion de parcourir les Alpes, & qui ont observé cette vaste chaîne de montagnes avec quelque attention, doivent savoir qu'elle renferme d'énormes amas de glace, qui couvrent tous les sommets peu escarpés, & qui remplissent toutes les vallées supérieures: ces amas, qu'on nomme *glaciers*, sont les sources intarissables des fleuves qui sortent de ces montagnes. Depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois de Mars, il n'y tombe point de pluie, mais seulement de la neige, qui, ne fondant point, s'accumule pendant tout l'hiver.

Dans l'hypothèse de M. *Woodward* & de tous ceux qui ont recours aux vapeurs souterraines pour expliquer l'origine des fleuves, rien ne devroit plus contribuer à augmenter leurs eaux que cette prodigieuse couche de neige,

& la diminution de chaleur extérieure qui produit cette neige & que celle-ci entretient à son tour. La neige devroit servir de *réfrigerant* pour accélérer la *distillation* dans les montagnes, comme il arrive dans les alambics lorsqu'on couvre de glace leur chapiteau; c'est aussi ce que pense M. *Woodward* de l'effet du *froid* extérieur dans les montagnes; mais il se trompe beaucoup; car il est certain, au contraire (& je puis l'assurer, parce que je l'ai vu très-souvent) que la quantité d'eau qui découle de ces montagnes est beaucoup moindre en hiver qu'en été. La plupart des torrens cessent de couler en hiver; les sources diminuent, plusieurs même tarissent: les *glaciers* ne donnent plus qu'une très-petite quantité d'eau que la chaleur de la terre fait distiller peu-à-peu des parties inférieures de la glace: & de toutes ces diminutions particulières, résulte la diminution des fleuves qui prennent leur origine dans ces montagnes.

Les rivières des plaines sont hautes en hiver, & par quelle raison.

158. Il n'en est pas de même des rivières qui peuvent être considérées comme le réceptacle des eaux de la plaine, des collines & des montagnes peu élevées, telles que la chaîne du Jura. On ne trouve aucun amas permanent de glace dans ces montagnes; la neige qu'elles reçoivent se fond ordinairement peu de temps après sa chûte, excepté dans les faces tournées au nord & sur les sommités; elle fond aussi sur les collines & dans les plaines: la terre souvent resserrée par la gelée n'absorbe que très-peu de l'eau des pluies & des neiges; toujours moins chaude qu'en été, elle en convertit moins en

vapeurs : c'eſt pourquoi, dans les rivières qui doivent leurs eaux aux pluies & aux neiges récentes, le temps des plus grands accroiſſemens eſt toujours en hiver : ce qui eſt contraire à l'hypothèſe de M. *Woodward.*

Effet du paſſage de l'hiver à l'été, dans les hautes montagnes.

159. On peut aiſément ſe repréſenter les changemens que le paſſage de l'hiver à l'été doit produire dans les rivières des deux eſpèces. Dès le mois de Mars, la chaleur de l'atmoſphère augmente aſſez ſenſiblement pour que la neige fonde au pied des grandes chaînes de montagnes : on voit alors reparoître les torrens inférieurs. A meſure que la chaleur devient plus grande, elle agit en montant de proche en proche; il ſemble que la neige ſe retire vers le haut des montagnes, & ſon bord inférieur eſt par-tout de niveau à la même expoſition. Au mois d'Avril l'action du ſoleil ſur ces montagnes eſt déjà ſuffiſante pour ramollir la neige dans toutes leurs faces expoſées au midi : l'eau qui diſtille de ſa ſurface la pénètre & traverſe toute l'épaiſſeur de la couche; elle s'écoule par-deſſous la neige dont elle détruit la liaiſon intime avec le ſol. C'eſt dans cette ſaiſon que la neige ſe détachant quelquefois tout-à-coup des rochers eſcarpés où les vents l'ont accumulée, forme ces terribles *avalanches*, qui, ſe précipitant du haut des montagnes, renverſent tout ce qu'elles rencontrent dans leur chemin, comblent les vallées, cauſent des inondations en ſuſpendant le cours des torrens, & qui très-ſouvent encore enſeveliſſent ſous des tas énormes de neige des hameaux entiers, ou de malheu-

Formation des torrens.

Avalanches de neige.

reux voyageurs qui s'exposent à traverser les gorges de ces montagnes dans des temps aussi critiques.

Tant que la déclinaison boréale du soleil est petite, & que par conséquent il s'élève peu sur notre horison, les sommets des montagnes interceptent son action, tant les uns à l'égard des autres, que relativement aux vallées : ainsi, la fonte de la neige ne peut être encore générale, elle n'est même que superficielle dans le haut, & l'augmentation des fleuves n'est pas dans son plus haut période, à moins qu'il ne règne des vents chauds qui peuvent produire des débordemens subits.

Mais quand le soleil est parvenu à sa plus grande déclinaison ; que, par son élévation, les ombres diminuent ; que, par la durée de son séjour sur l'horison & la moindre obliquité des rayons qu'il darde sur la terre, son action devient plus grande, tandis que, par la briéveté des nuits, ses effets s'accumulent, la chaleur pénètre alors par-tout; la neige fond presque entièrement & découvre les glaces qu'elle a formées; celles-ci, crevassées en mille endroits, sont pénétrées par la chaleur en tout sens : leur superficie, semblable à une mer agitée qui géleroit tout-à coup, offre aux vents chauds une très-grande augmentation de surface & favorise leur action : l'eau distille alors par-tout ; on voit de tout côté des torrens & des cascades ; les rivières grossissent & trouvent dans des amas de glace qui ne s'épuisent jamais, de quoi entretenir leur cours rapide pendant tout l'été.

Cause de l'augmentation considérable de la quantité d'eau dans les rivières qui viennent des hautes montagnes.

Quand on voyage dans les Alpes en différentes saisons, il suffit d'ouvrir les yeux pour appercevoir tous les phénomènes que je viens de décrire; & il est si vrai que la fonte des neiges & des glaces est la seule cause de l'augmentation des eaux, qu'à l'origine des torrens dans le haut des montagnes, on apperçoit une différence sensible dans la quantité qu'*ils* en charrient le matin & le soir : j'ai vu des ruisseaux qui, même au mois d'Août, ne couloient point au lever du soleil.

On peut observer encore que l'abondance d'eau, en été, dans les rivières qui proviennent des hautes montagnes, dépend du plus ou moins de chaleur, de la plus grande ou moindre quantité de neige qui étoit dans ces montagnes, & de l'augmentation ou diminution produites dans la quantité des glaces, par la combinaison de l'abondance des neiges en hiver, & de la chaleur de l'été, dans les années précédentes. Je m'arrête ici pour ne pas porter trop loin cette digression.

La chaleur de l'été diminue la quantité d'eau dans les rivières des plaines.

160. La chaleur de l'été produit des effets bien différents sur les rivières dont les sources ne sont pas de hautes montagnes. Les neiges s'étant fondues plusieurs fois durant l'hiver sur tous les terreins qui leur fournissent de l'eau, les premières chaleurs du printems font bientôt écouler le reste; &, pour l'ordinaire, dès le mois de Mai, ces rivières sont réduites à l'eau des sources & des pluies. Or, presque toutes les sources des plaines & des collines diminuent considérablement en été, à cause de la grande

évaporation ; & quant aux pluies, quoique pour l'ordinaire il en tombe plus en été qu'en hiver dans nos climats, cependant il en parvient beaucoup moins aux rivières : la terre échauffée en absorbe une très-grande partie, les plantes qu'elles abreuvent en retiennent beaucoup, & presque tout le reste remonte en vapeurs dans l'atmosphère ; aussi faut-il une pluie bien abondante pour qu'on voie courir l'eau sur le terrein. Ces rivières ne reçoivent donc qu'une petite quantité d'eau de pluie, & par cette raison, de même que par la diminution des sources, elles doivent être & sont plus basses en été qu'en hiver.

161. Quand les rivières de l'une ou l'autre de ces deux espèces forment de grands lacs à peu de distance de leur source, il y a plus de régularité dans leurs accroissemens & diminutions au sortir de ces lacs, parce que les changemens momentanés que des causes particulières occasionnent dans la quantité d'eau de leurs sources se répandant sur une grande surface, leur effet devient insensible. C'est par cette raison que le Rhône, au sortir du lac de Genève, hausse continuellement depuis le mois de Mars au mois d'Août, & baisse ensuite graduellement, sans que les pluies ou les sécheresses, qui ne sont pas d'une longue durée, y produisent des changemens sensibles.

Les lacs rendent ces variations plus régulières.

162. La jonction des deux espèces de rivières que j'ai distinguées par la différence de leurs sources, & dont les variations sont opposées, forme des rivières d'une troisième espèce, dans

Rivières d'une troisième espèce, par la jonction des premières.

lesquelles les diminutions & les accroissemens sont déterminés, soit pour la saison, soit pour la grandeur & la durée, par les effets combinés des deux espèces primitives.

163. Il suit de tous les faits que je viens d'exposer, que les rivières en général ne doivent point leur origine aux vapeurs souterraines. Cependant M. *Woodward* le pense ainsi, par une conséquence nécessaire de son principe : il me paroît donc que ce principe n'est pas fondé ; & cela seul suffiroit pour détruire l'hypothèse par laquelle il croit pouvoir expliquer les variations du Baromètre.

Les vapeurs ne peuvent diminuer la pression de l'air par leur choc.

164. Mais ce n'est pas seulement dans son principe que cette hypothèse manque de solidité, elle péche aussi dans ses conséquences. Car lors même qu'on accorderoit à M. *Woodward* ses émanations de vapeurs, il n'en résulteroit pas qu'elles pussent diminuer la pression de l'air par leur ascension. On conçoit bien que les vapeurs pourroient être poussées *jusqu'à* la surface de la terre par la chaleur souterraine ; mais comment des molécules si petites, après avoir essuyé un frottement considérable dans les pores tortueux de la terre, pourroient-elles conserver assez de mouvement & heurter contre l'atmosphère avec assez de violence pour soutenir en certain temps la quatorzième partie de son poids ? C'est ce qu'il est impossible d'admettre, pour peu qu'on connoisse les loix du mouvement & la nature des vapeurs. J'aurai occasion de pousser plus loin l'examen de cette idée (208).

165. Voici une autre réflexion qui vient à l'appui des précédentes. Suivant M. *Woodward*, lorsque les vapeurs montent, l'atmosphère presse moins la surface de la terre ; quand elles cessent de monter, & quand elles retombent en pluie, la pression de l'atmosphère augmente. Mais pendant l'ascension des vapeurs, l'air doit être serein, puisqu'il s'obscurcit lorsqu'elles sont disposées à tomber ; & par une conséquence nécessaire, le plus grand abbaissement du mercure dans le Baromètre devroit être par un temps serein, & sa plus grande élévation, quand la pluie est prochaine ; ce qui est certainement contraire aux observations.

Les var. du Bar. sont opposées à ce qu'exigeroit cette hypothèse.

Hypothèse de M. LEIBNITZ.

166. M. *Leibnitz*, accoutumé à des spéculations profondes, crut trouver la cause des variations du Baromètre dans une loi que les corps doivent suivre, selon lui, en tombant dans les liquides. J'exposerai son opinion d'après ce qu'en dit M. *de Fontenelle* dans l'Histoire de l'Académie des Sciences pour l'année 1711.

M. *Leibnitz* rapporte les variations du Baromètre à une loi d'hydrostatique.

La loi imaginée par M. *Leibnitz* est celle-ci. *Un corps étranger qui est dans un liquide, pèse avec ce liquide, & fait partie de son poids total, tant qu'il est soutenu ; mais s'il cesse de l'être & tombe par conséquent, son poids ne fait plus partie du poids du liquide, qui par-là vient à peser moins.*

Enoncé de cette loi.

167. Voici la démonstration qu'il donne de ce théorème. » Ce qui porte un corps pesant en

Démonstration.

» est pressé ; une table, par exemple, qui » porte une masse de fer d'une livre, en est » pressée, & ne l'est que parce qu'elle sou- » tient toute l'action & tout l'effort que la » cause de la pesanteur, quelle qu'elle soit, » exerce sur cette masse de fer pour la pousser » plus bas. Si la table cédoit & obéissoit à l'ac- » tion de cette cause de la pesanteur, elle ne » seroit point pressée, & ne porteroit rien. De » même le fond d'un vâse qui contient un li- » quide s'oppose à toute l'action de la cause de » la pesanteur contre le liquide ; si un corps » étranger y nâge, le fond s'oppose aussi à cette » même action contre le corps, qui, étant en » équilibre avec le liquide, en est à cet égard » une véritable partie. Ainsi le fond est pressé » & par le liquide & par le corps étranger, » & il les porte tous deux. Mais si ce corps » tombe, il obéit à l'action de la pesanteur, » & par conséquent le fond ne le soutient *plus*, » & il ne le soutiendra que quand le corps sera » descendu jusqu'à lui. Donc pendant tout » le temps de la chûte, le fond est soulagé » du poids de ce corps, qui n'est plus porté » par rien, mais poussé par la cause de la pe- » santeur, à laquelle rien ne l'empêche de » céder ».

Expérience proposée par M. *Leibnitz*.

168. M. *Leibnitz* propose une expérience pour appuyer son raisonnement. « Il faut, dit-il, » attacher aux deux bouts d'un fil deux corps, » l'un plus pesant, l'autre plus léger que l'eau, » & tels que tous deux ensemble ils flottent » dans l'eau, les mettre dans un tuyau plein

» d'eau, ſuſpendre ce tuyau à une balance » où il ſoit exactement en équilibre avec un » poids, & enſuite couper le fil où ſont attachés les deux corps de peſanteur inégale, » ce qui obligera le plus peſant à tomber. Alors » le tuyau ne ſera plus en équilibre, mais le » poids qui lui étoit égal l'emportera & le fera » monter, parce que le fond de ce tuyau ſera » moins chargé ».

Application de cette théorie à la chûte des vapeurs & aux variations du Baromètre.

169. Appliquant enſuite cette théorie aux variations du Baromètre, M. *Leibnitz* raiſonne ainſi : « Les parcelles d'eau ſuſpendues dans » l'air augmentent ſon poids s'il les ſoutient, » & les diminuent s'il les laiſſe tomber ; & » comme il peut arriver ſouvent, que les parcelles d'eau les plus élevées tombent, quelque » temps conſidérable avant que de ſe joindre » aux inférieures, la peſanteur de l'air diminue avant qu'il pleuve, & le Baromètre » prédit ».

Remarque de M. de *Fontenelle* ſur ce ſyſtême.

170. L'Hiſtorien de l'Académie ajoûte à l'explication de cette théorie, « que l'expérience de M. *Leibnitz* a réuſſi de même à » M. *de Réaumur*, à qui l'Académie en avoit » donné le ſoin ; & voilà, dit-il, une nouvelle » vue de phyſique, qui, quoiqu'elle tienne à un » principe fort connu, eſt fort fine & fort recherchée, & nous donne un juſte ſujet de » craindre, que dans les ſujets les plus approfondis, il ne nous échappe encore bien des » choſes ». Cette réflexion de M. *de Fontenelle* eſt très-bien fondée dans la thèſe générale, mais elle n'eſt pas applicable au cas préſent,

car je crois pouvoir démontrer que M. *Leibnitz* se trompoit dans sa théorie.

Réflexion sur la théorie de M. *Leibnitz*.

171. Je pourrois me dispenser d'entrer dans l'examen des principes de M. *Leibnitz*, en faisant voir simplement qu'ils ne suffisent pas pour l'explication des phénomènes; je les examinerai cependant, soit à cause de la réputation bien méritée de leur Auteur & de plusieurs autres physiciens qui ont adopté ce systême, soit pour développer quelques loix d'hydrostatique qu'il est utile d'avoir présentes à l'esprit dans la matière dont il est question (1).

Sa Démonstration ne vient point au sujet.

172. Je remarque d'abord, que la comparaison d'*une table chargée du poids d'une masse de fer posée sur elle lorsqu'elle est en repos*, &

(1) M. *Desaguliers* a déjà réfuté l'hypothèse de M. *Leibnitz* (dans son *Cours de l'physique experimentale*, traduit par le P. *Pézenas*, tom. II pag. 313, *in*-4°.); mais je ne trouve pas que sa réfutation soit directe, & il me paroît que M. *Rastius* étoit en quelque sorte fondé à dire plaisamment (pag. 411): « Sans doute » *Desaguliers* n'est pas d'avis que les vapeurs qui font » la matière de la pluie soient portées par des esprits, » comme le corps pesant (de l'expérience de M. *Desa*» *guliers*) est soutenu dans l'eau par la main »? En effet, il falloit chercher, dans l'hypothèse de M. *Leibnitz*, la cause de la suspension des vapeurs, c'est-à-dire, le corps analogue au *corps léger* de son expérience, afin de ne pas *attribuer à ce grand homme*, comme le lui reproche encore M. Rastius, *une erreur dont les commençans en Hydrostatique ne sont pas capables*. Il me semble que j'ai mieux saisi l'hypothèse de M. *Leibnitz* que n'a fait M. *Desaguliers*; la différence essentielle entre nos deux réfutations se verra particulièrement au n°. 192.

déchargée de ce même poids quand elle tombe avec lui, n'est point applicable à la chûte des corps dans les liquides, de la manière dont le prétend M. *Leibnitz*. Car dans cette comparaison, on voit trois choses analogues; 1°. des poids soutenus, savoir, un *corps étranger* flottant dans un *liquide*, & une *masse de fer* posée sur une *table*. 2°. Des corps soutenans, dont l'un est le *liquide*, & l'autre est la *table* : 3°. l'appui des corps soutenans; savoir, le *fond du vâse* qui contient le liquide, & le *sol* sur lequel repose la table. Ainsi, pour qu'il y ait parité de cas, quand on suppose que le *sol* est enlevé & que la *table* tombe, il faut supposer aussi que le *fond du vâse* est enlevé, & que le *fluide* tombe : & alors certainement, comme la *masse de fer* posée sur la *table* ne pésera pas sur elle, le *corps flottant* dans le *liquide* ne le pressera pas non plus. Mais c'est-là un cas totalement étranger à la cause des variations du Baromètre, parce que l'air ne tombe pas, & que c'est des changemens du poids de l'air même sur la terre, qu'il faut trouver la raison.

173. Examinons maintenant le principe de M. *Leibnitz* en lui-même, & voyons pour cela quel effet doit produire l'immersion d'un corps étranger dans un liquide, tant à l'égard de la pression que ce liquide exerce alors sur toutes les parties du vâse qui le renferme, que relativement au poids total du vâse, du liquide & du corps étranger, en divers cas.

Examen du principe en lui-même.

174. C'est un principe reconnu dans l'Hydrostatique, que *la pression d'un liquide contre*

Effet de l'immersion d'un *corps* dans un liquide, sur la

pression qu'éxerce ce liquide. *les parois du vâse qui le renferme, est proportionnelle à la hauteur du liquide.* Or, quand on plonge un corps, quel qu'il soit, dans un liquide, celui-ci s'élève proportionnellement au volume du corps plongé, & précisément autant qu'il le feroit par l'addition d'un pareil volume du même liquide. Donc *l'immersion d'un corps étranger dans un liquide produit sur toutes les parties du vâse, une augmentation de pression égale à celle que produiroit l'addition d'un volume du même liquide égale à celui dont ce corps étranger occupe la place.*

Il est indifférent à cet effet que le corps soit en mouvement ou en repos.

175. Il découle nécessairement de cette seconde proposition, que, *faisant abstraction de la résistance du liquide, tant que le corps étranger en est entièrement couvert, il est indifférent à l'action du liquide sur le vâse, que le corps monte ou descende, & en général, qu'il soit en mouvement ou en repos;* car la *hauteur* du liquide ne change point, quel que soit l'état du corps étranger qu'il enveloppe.

Mais le vâse qui contient le liquide pèse plus ou moins. C'est à quoi M. *Leibnitz* n'a pas fait attention.

176. Cela ne doit s'entendre, comme je l'ai dit, que de l'action du liquide sur le vâse; & c'est à ce seul égard qu'on peut comparer les effets de l'immersion des corps étrangers dans les liquides, à ceux des vapeurs dans l'atmosphère. Je vais faire voir que M. *Leibnitz* s'est trompé par cela même, en confondant la pression d'un liquide sur chaque partie du vâse qui le renferme, avec la pression du vâse sur l'appui qui le soutient. La première de ces pressions est toujours égale, quelles que soient la position & la pesanteur spécifique du corps étranger que

le liquide renferme ; la ſeconde varie ſuivant les cas. Celle-ci peut être éprouvée dans une balance ; ainſi il eſt aiſé d'ajouter l'expérience à la théorie, & de prouver par ce moyen que l'expérience propoſée par M. *Leibnitz*, & exécutée par M. *de Réaumur*, n'eſt point favorable à l'hypothèſe du premier de ces Philoſophes.

177. Suppoſons un vâſe plein d'eau, placé dans un des baſſins d'une balance & mis en équilibre avec un poids poſé dans l'autre baſſin, & voyons les changemens qui doivent arriver lorſqu'on plongera des corps étrangers dans l'eau. On peut d'abord diſtinguer deux manières générales de faire cette immerſion ; l'une eſt, de ſoutenir le corps plongé dans l'eau par quelque moyen indépendant de la balance ; l'autre eſt de tenir le corps ſuſpendu dans l'eau, en le faiſant porter par la balance, ou de l'abandonner à l'action de ſa peſanteur.

Exp. à ce ſujet dans une balance.

178. Dans le premier cas, quelle que ſoit la peſanteur ſpécifique du corps qu'on plonge dans l'eau, pourvu qu'il y ſoit retenu par une cauſe indépendante de la balance, l'équilibre ſera rompu par une force égale au poids du volume d'eau dont le corps étranger tient la place. Un morceau de plomb ſuſpendu dans l'eau par un fil que la main retient, ou toute autre puiſſance extérieure, n'augmentera pas plus la preſſion ſur la balance, qu'un morceau de liége de même volume qu'on y plongera au bout d'une baguette ; car l'eau exerce ſa tendance à deſcendre proportionnellement à ſa hauteur ; cette hauteur eſt autant augmentée

Si le *corps* eſt ſoutenu dans l'eau indépendamment de la balance, il agira ſur elle comme un pareil volume d'eau.

par le liège que par le plomb, puisqu'on les suppose ici de même volume ; & pourvu qu'ils soient également immobiles, la réaction se fera de la même manière contre le vâse, & par lui contre le bassin de la balance ; en sorte que la pression totale des colonnes d'eau augmentera précisément autant que si l'on eût augmenté l'eau du vâse d'une quantité égale à celle dont ces corps étrangers occupent la place.

Démonstration. 179. On peut se représenter l'effet que produisent le liège & le plomb dans ces cas-là, en considérant l'effort que la puissance extérieure emploie pour que ces corps soient immobiles. Si, par exemple, on fait passer sur une poulie le fil qui soutient le plomb, il faudra mettre à l'autre bout du fil un poids égal à celui par lequel le plomb tend à descendre dans l'eau, c'est-à-dire, suivant une des loix de l'Hydrostatique, un poids égal à l'excès de poids du plomb sur celui d'un pareil volume d'eau. La balance ne sera donc chargée que du reste de ce poids, qui est précisément le poids d'un volume d'eau égal à celui du plomb.

Il faudra procéder différemment à l'égard du liège ; celui-ci étant moins pesant que l'eau, tend à monter par une force égale à la différence de son poids comparé à celui d'un pareil volume d'eau. Il faudra donc, pour tenir le liège plongé, charger la baguette qui le tient dans l'eau, d'un poids égal à cette différence ; le liège sera alors immobile, & le tout ensemble pesera autant sur la balance, qu'un volume

d'eau

d'eau égal à celui du liége, abſtraction faite du poids & du volume de la baguette.

180. Mais il n'en ſera pas de même quand ces corps plongés dans l'eau ſeront libres, ou retenus par la balance; car alors l'équilibre ſera rompu par une force égale à leur poids. C'eſt une loi reconnue en Hydroſtatique, *qu'un ſolide plongé dans un fluide perd une partie de ſon poids, qui eſt égale à celui de la portion du fluide qu'il déplace; & que le poids du fluide augmente d'autant.* Si donc on ſuſpend dans l'eau une balle de plomb par un fil attaché au point de ſuſpenſion du baſſin ſur lequel repoſe le vâſe, cette balle produira deux augmentations de poids qu'on peut conſidérer ſéparément: l'une qui agira immédiatement par le fil ſur le bras de la balance, ſera le poids de la balle moins celui d'un pareil volume d'eau; l'autre qui agira ſur le baſſin, ſera le poids d'un volume d'eau égal à celui de la balle; la ſomme de ces deux poids eſt viſiblement égale au poids total de la balle de plomb. Il étoit néceſſaire de diſtinguer ces deux augmentations de poids, pour expliquer aiſément l'expérience ſuivante.

Mais ſi le corps eſt tenu par la balance, il agira ſur elle par tout ſon poids.

181. La balle étant ſuſpendue au bras de la balance miſe en équilibre, ſi l'on coupe le fil qui ſuſpend la balle, pendant le temps de ſa chûte, le baſſin oppoſé devient plus peſant de tout l'excès du poids de cette balle ſur un pareil volume d'eau; mais l'équilibre ſe rétablit lorſque la balle eſt parvenue au fond du vâſe.

Effet de la chûte d'un *corps peſant* ſuſpendu à la balance.

182. Ces effets s'expliquent aiſément par ce

Explication.

qui précède ; car pendant la chûte de la balle ; l'eau ne change point de hauteur, la seconde augmentation de poids dont j'ai parlé ci-dessus doit donc subsister ; mais le fil étant coupé, la première augmentation, c'est-à-dire, l'excès de poids de la balle sur celui d'un pareil volume d'eau, n'agit plus sur aucune partie de la balance, qui par conséquent en est déchargée, jusqu'à ce que la balle arrive au fond de l'eau & repose sur le fond du vâse.

Pendant l'exp. le fond du vâse est toujours également pressé par l'eau.

183. Il est essentiel de remarquer que pendant les trois temps différens de l'expérience, toutes les parties du vâse restent également chargées du poids de la liqueur. Cela est évident dans les deux premiers temps ; car soit pendant que la balle de plomb est suspendue au bras de la balance, soit pendant qu'elle tombe, le vâse ne supporte que l'augmentation de poids produite par le volume d'eau déplacé ; & quand la balle est parvenue au fond du vâse, *elle n'agit* par l'excès de son poids que sur l'endroit où elle repose ; le reste du vâse éprouve toujours la même pression.

L'immersion d'un corps léger change la pression sur le vâse comme un pareil volume d'eau ; & son poids est ajouté à la balance.

184. Les circonstances de cette expérience changeront, si, au lieu d'un corps spécifiquement plus pesant que l'eau, on se sert d'un corps plus léger : car dans le premier cas, la pression de l'eau sur le vâse a toujours été la même, tandis que l'action totale sur la balance a changé ; au-lieu qu'en employant un corps plus léger que l'eau, la pression de l'eau sur le vâse changera, pendant que l'action totale sur la balance restera toujours la même.

185. Suppoſons un morceau de liége retenu au fond de l'eau par un fil attaché au vâſe : le liége ſoulèvera l'eau d'une quantité égale à ſon volume, & la preſſion de l'eau ſur le vâſe ſera par-tout égale à celle qu'elle exerceroit, ſi, avec la même hauteur, elle ne renfermoit point de liége, excepté au point où le fil eſt attaché. Mais il n'en ſera pas de même de l'augmentation de poids du vâſe ſur la balance; celle-ci ne peut indiquer dans le cas préſent, que la quantité de matière renfermée dans le vâſe; & comme, à pareil volume, le liège contient moins de matière que l'eau, le baſſin qui porte le vâſe eſt moins chargé que ſi la place occupée par le liége étoit remplie d'eau. Expérience.

186. Pour trouver immédiatement la raiſon de cette différence & ſa quantité, il faut conſidérer, que toutes les colonnes d'eau renfermées dans le vâſe agiſſent les unes contre les autres pour ſe ſoulever réciproquement, & qu'elles ne reſtent immobiles que parce que la réſiſtance eſt par-tout égale. La réſiſtance de toutes ces colonnes, excepté de celle qui renferme le liége, ne vient que de leur propre poids, leur hauteur étant égale; mais cette dernière colonne, ou plutôt le liége lui-même, réſiſte parce qu'il eſt attaché au fond du vâſe. Toutes les colonnes d'eau pèſent donc ſur leur bâſe préciſément ſuivant leur hauteur, excepté ſur le point où le fil eſt attaché, qui eſt tiré en-haut ou déchargé de toute la différence du poids du liége à celui d'un pareil volume d'eau; c'eſt ce que la balance indique. Explication.

Suite de la même expér.

L'émersion d'un *corps léger* change la pression sur le vâse, & non le poids sur la balance.

187. Maintenant, si l'on coupe le fil qui retient le liège au fond de l'eau, tant qu'il sera entièrement couvert en s'élevant, la pression de l'eau sur le vâse restera la même, avec cette seule différence, que, pendant que le liége étoit au fond, le vâse n'étoit chargé que dans le point où tenoit le fil; au-lieu que, pendant l'ascension du liége, toute la colonne qui le renferme pésera moins sur le fond: mais dès qu'il flottera, l'eau s'abbaissant, le poids de toutes ses colonnes sur le vâse diminuera, excepté dans celle qui renferme le liège; & cette diminution sera égale à celle qu'on auroit produite en ôtant du vâse une quantité d'eau égale en volume à la portion du liége qui s'élèvera hors de l'éau, & fera baisser les autres colonnes. Cependant ces changemens de pression de l'eau sur le vâse n'en produiront aucun dans le poids total sur la balance, car le poids de la colonne où le liége sera *soutenu* augmentera précisément autant que celui de toutes les autres colonnes prises ensemble diminuera, parce que toute l'eau qui sortira de ces colonnes, qui s'abbaisseront pour remplir le vuide que laissera la partie émergente du liége, passera dans celle qui le soutiendra.

Expérience proposée par M. *Leibnitz*.

Deux corps d'inégale pes. spéc. réunis & plongés dans l'eau.

188. Après avoir posé ces principes, venons à l'expérience proposée par M. *Leibnitz*, & aux conséquences qu'il en tire. « Il faut, dit-il, » attacher aux deux bouts d'un fil deux corps, » l'un plus pesant, l'autre plus léger que l'eau, » & tels que tous deux ensemble ils flottent » dans l'eau, les mettre dans un tuyau plein

» d'eau, ſuſpendre ce tuyau à une balance où
» il ſoit exactement en équilibre avec un poids,
» & enſuite couper le fil où ſont attachés les
» deux corps de peſanteur inégale, ce qui obli-
» gera le plus peſant à tomber. Alors le tuyau
» ne ſera plus en équilibre, mais le poids qui
» lui étoit égal l'emportera & le fera monter,
» parce que le fond de ce tuyau ſera moins
» chargé ».

Juſqu'ici M. *Leibnitz* avoit raiſon, je l'ai éprouvé moi-même; mais il s'eſt trompé dans les conſéquences qu'il en tire, pour expliquer les phénomènes du Baromètre: il a confondu l'effet des deux corps ſur la balance, avec celui de la preſſion de l'eau ſur le vâſe; c'eſt ce que je vais montrer. Cette expérience n'eſt pas applicable aux vapeurs.

189. Le corps moins peſant que l'eau reſteroit en partie hors de la ſurface s'il étoit ſeul; l'addition du corps plus peſant fait enfoncer le premier; & l'effet total de deux corps ainſi accouplés, relativement à la balance, réunit les deux effets dont j'ai parlé ci-devant (180 & 185), c'eſt-à-dire que le cas eſt abſolument le même que ſi le corps *peſant* étoit ſuſpendu au bras de la balance, & le corps *léger* arrêté par un fil au fond du vâſe. Couper le fil qui lie ces deux corps, dans l'expérience de M. *Leibnitz*, c'eſt donc couper les deux fils qui tiennent ſéparément la balle de plomb & le morceau de liége. L'aſcenſion du corps *léger* ni ſon émerſion partielle ne changent rien au poids qui charge la balance (187); mais pendant la chûte du corps *peſant*, il ne pèſe plus ſur la balance Preuve. Les deux corps réunis produiſent l'effet d'un pareil volume d'eau. Leur ſéparation & la chûte du corps peſant diminue un inſtant le poids ſur la balance.

qu'autant que pèseroit un volume d'eau égal au sien (181) : elle doit donc perdre son équilibre pendant cet instant.

Mais cela ne change rien à la pression de l'eau sur le vâse, si le *corps léger* reste dans l'eau.

Les changemens qui arrivent à la pression du fluide sur le vâse sont produits par d'autres causes. Les deux corps étant réunis par le fil & plongés sous l'eau, la font élever dans le vâse comme le feroit un pareil volume de ce fluide, & sa pression sur le vâse augmente d'autant. Lorsqu'on coupe le fil, la chûte du corps *pesant* ne change point la hauteur de l'eau ; & si par une cause, quelle qu'elle soit, le corps léger est retenu au-dessous de sa surface, le poids de l'eau restera par-tout le même, malgré la séparation du corps *léger* d'avec le corps *pesant*, & malgré la chûte de celui-ci, excepté dans la colonne où le corps *léger* est arrêté.

Application de ces principes à la chûte des vapeurs.

190. Pour appliquer ces principes aux vapeurs répandues dans l'atmosphère, il n'est pas besoin de discuter les diverses opinions des Physiciens sur la manière dont elles y sont suspendues ; il faut supposer avec M. *Leibnitz*, que les vapeurs sont un composé de corps *légers* & *pesans*, du fluide igné ou de la matière éthérée & de l'eau ; que la pesanteur spécifique de ce composé est telle qu'il reste suspendu dans l'atmosphère ; & que les vapeurs retombent en pluie, quand l'eau se sépare du fluide igné qui la soutient : c'est dans cette supposition (1)

Elles sont un composé de corps *légers* & *pesans*.

(1) Ce n'est pas-là une simple supposition ; je ferai voir dans la suite, que ce mélange est la vraie cause de

feulement qu'on peut appliquer aux vapeurs l'exemple cité par M. *Leibnitz*.

Le fond du vâse que j'ai employé dans toutes les expériences faites avec une balance, repréfente la furface de la terre, fur laquelle des Baromètres placés çà & là, indiquent les changemens du poids des colonnes d'air qui foutiennent le mercure dans leur tube. Le changement des vapeurs en pluie eft produit par la féparation de l'eau d'avec le fluide igné, celui-ci refte dans l'air dont il écarte les particules (1), & l'eau tombe; c'eft-là l'effet qu'indique la balance.

Le fond du vâse dans les exp. repréfente la furface de la terre.

191. On verra bientôt fi cette chûte doit produire une diminution de preffion, mais on peut remarquer dès-à-préfent, qu'au moins cette diminution ne devroit avoir lieu que dans les colonnes où la pluie tombe, puifque celles-ci confervant fenfiblement le même volume, toutes les autres reftent dans le même état. Le mercure ne devroit donc baiffer dans les Baromètres par cette caufe, que quand il fe trouve à leur zénit des nuages qui fe diffolvent en

La chûte de la pluie ne peut faire baiffer le mercure où elle ne tombe pas, parce que le volume de l'air refte le même.

---

l'afcenfion des vapeurs & de leur fufpenfion dans l'air (675 & *fuiv.*): en forte que le raifonnement, fondé fur ce principe, n'eft pas fimplement un argument *ad hominem*, mais une preuve directe que la chûte de la pluie ne diminue pas le poids de l'air.

(1) Le feu dilate l'air, il n'eft pas befoin de le prouver : on n'objectera pas qu'il peut fortir de l'atmofphère, car il faudroit premièrement indiquer où l'atmofphère finit.

pluie. Or, on voit très-souvent baisser le mercure, long-temps avant qu'il y ait des nuages sur l'horison; il remonte aussi quelquefois après avoir baissé, sans que pendant ce temps-là il ait paru de nuages. Il est donc prouvé que la chûte de la pluie ne fait pas baisser le Baromètre sous les colonnes de l'atmosphère où elle ne tombe pas.

Elle ne peut même le faire baisser sous les colonnes où elle tombe.

Il n'est pas difficile de prouver outre cela, que le mercure ne doit pas baisser par cette cause, même sous les colonnes où la pluie tombe. Le peu de hauteur des vâses qu'une balance peut recevoir, empêche de remarquer un effet qui doit résulter nécessairement des loix de la chûte des corps. Ce n'est que dans le premier instant de sa chûte qu'un corps *pesant* qui tombe dans un fluide ne pèse sur le fond du vâse que comme un volume du fluide égal au sien: car ce corps descend bientôt par un mouvement accéléré, au moyen duquel il presse le fluide proportionnellement à la résistance qu'il éprouve à séparer ses parties; & cette résistance croissant comme les quarrés des vitesses, devient enfin égale, pour l'effet, à l'excès de poids du corps étranger sur celui d'un pareil volume du fluide. Ce corps tombe alors par un mouvement uniforme, & il presse le fond avec la même force que s'il y reposoit. Cette proposition ne peut être bien exactement vérifiée par l'expérience, au moins d'une manière directe pour la chûte des corps; mais elle se prouve par l'uniformité de vitesse qu'acquièrent bientôt les *volans* dont on se sert pour modérer

Augmentation de pression produite par l'accélération du mouvement des gouttes de pluie.

le mouvement de divers rouages. Ainsi le choc des particules d'eau contre l'air produit une pression sur la terre, qui compense la diminution du poids ; d'où il résulte que la chûte des gouttes de pluie ne peut pas même occasionner l'abbaissement du mercure dans les Baromètres placés sous les colonnes où elle tombe.

Les phén. ne font pas d'accord non plus avec l'hypoth. de M. *Leibnitz*.

192. Après avoir examiné l'hypothèse de M. *Leibnitz* dans ses principes, il me reste à démontrer que, même en les accordant, elle ne satisferoit pas aux phénomènes.

Premiere objection, tirée de ce que le Bar. prédit.

Suivant M. *Leibnitz*, *il peut arriver souvent que les particules d'eau les plus élevées tombent quelque temps considérable avant que de se joindre aux inférieures ; que la pesanteur de l'air diminue ainsi avant qu'il pleuve, & par conséquent il se peut que le Baromètre prédise la pluie.* Mais de quelle prodigieuse élévation ne faudroit-il pas supposer que les vapeurs commencent à tomber, pour que le Baromètre marquât, comme il le fait, la diminution du poids de l'air plusieurs jours avant la pluie ?

Seconde objection, tirée de l'accord le plus ordinaire entre les changemens de temps & ceux du Baromètre.

D'ailleurs il résulte en général du systême de M. *Leibnitz* ; 1°. qu'il ne doit pas pleuvoir quand le mercure est élevé dans le Baromètre. 2°. Que plus il tombe de pluie, plus le mercure doit baisser. 3°. Que le mercure ne peut remonter tant que la pluie tombe avec la même abondance. Cependant, il pleut quelquefois pendant que le mercure est élevé dans le Baromètre : la plus ou moins grande quantité de pluie qui tombe, ne paroît influer en rien sur la hauteur du mercure ; &, très-souvent, le

mercure monte & annonce le beau temps long-temps avant qu'il cesse de pleuvoir.

Troisième objection, tirée de la quantité de pluie qui tombe par jour.

Enfin, les grandes pluies donnent à peine quatorze lignes d'eau dans un jour : si donc l'abbaissement du mercure procédoit de la chûte de la pluie, l'atmosphère n'étant dechargée que du poids de quatorze lignes d'eau, équivalent à une ligne de mercure, le Baromètre ne pourroit baisser dans un jour que de cette quantité. Comment donc expliquer par cette hypothèse, des variations de plus de six lignes, dans le même espace de temps, & quelquefois avant la pluie.

Hypothèse de M. DE MAIRAN.

L'Académie de *Bordeaux* proposa pour sujet du prix de l'année 1715, *la Cause des Variations du Baromètre* : M. *de Mairan* concourut à ce prix & le remporta, par une Dissertation dont l'ordre, la netteté & la solidité, à quelques égards, mérite certainement l'éloge qu'en fit l'Académie en le couronnant (1). Il me seroit difficile de donner un extrait de cette Dissertation, comme je l'ai fait de quelques autres ouvrages qui traitent de la même matière, parce que tout est si concis & tellement lié dans celui de M. *de Mairan*, qu'il faudroit le

(1) *Recueil des Dissertations qui ont remporté le prix à l'Ac. Royale des Belles-Lettres, Sciences & Arts de Bordeaux*, Tome I.

rapporter presqu'en entier pour en donner une idée exacte. Je me bornerai donc aux chefs principaux, d'autant mieux que j'ai eu ci-devant occasion d'examiner, & les principes mêmes, & la plupart des conséquences qu'en tire M. *de Mairan*.

M. *de Mairan* attribuoit, dans cette dissertation, la descente du mercure à l'agitation de l'air.

193. L'état de l'air, quant au mouvement & au repos, est la cause principale à laquelle M. *de Mairan* attribue les variations du Baromètre : selon lui, quand l'air est en repos, il pèse sur la terre autant qu'il peut y peser ; & dès qu'il se meut, sa pression diminue, plus ou moins, suivant la vitesse du courant & sa direction, qu'il suppose n'être jamais de haut en-bas. Les vents étant les plus sûrs indices du mouvement de l'air, c'est par eux que M. *de Mairan* explique particulièrement les changemens de hauteur du mercure dans le Baromètre.

Objection tirée de la différence d'effets des vents du nord & du sud sur le Barom.

Cette hypothèse a beaucoup de rapport avec celle de *Halley* dont j'ai parlé ci-devant (131, Phén. 3); & à l'égard de laquelle, sans contester la diminution produite par cette cause dans la pression verticale de l'air, j'ai dit, qu'elle n'explique pas les principaux phénomènes ; puisque le mercure s'élève dans le Baromètre par le vent du nord. L'un & l'autre de ces savans ont prévu cette difficulté ; mais leurs solutions sont différentes : j'ai examiné celle de *Halley* (131, Phén. 4); je rapporterai celle de M. *de Mairan*, après avoir examiné le principe en peu de mots.

Objection de *Hartsoeker* contre l'hypo-

194. *Hartsoeker* fit imprimer à *Utrecht*, en

Thèse de M. de Mairan. 1722, un petit *in*-12 sous le titre de *recueil de plusieurs pièces de physique, où l'on fait principalement voir l'invalidité du systême de M. Newton.* C'est une critique assez dure des Ouvrages de plusieurs Savans. Les dissertations de M. *de Mairan* sur *les variations du Baromètre, la formation de la glace, & la lumière des phosphores,* qui avoient remporté le prix de l'Académie de Bordeaux, & après lesquelles ce Physicien célèbre fut prié de ne plus concourir aux prix, sont au nombre des pièces que *Hartsoeker* critique. Parmi les objections peu fondées de ce Savant, il y en a quelques-unes de solides, & M. *de Mairan* lui-même l'a reconnu : il avoit dit, par exemple, que, « si une boule est en » repos sur une table ou plan horisontal, elle » n'agira ou ne pèsera sur le plan qui la porte, » que par sa pesanteur propre & absolue; *mais* » *que, si l'on suppose la boule en mouvement,* » *& qu'elle roule d'un bout de la table à l'autre,* » *sa pesanteur deviendra moindre par rapport à* » *la table, & qu'elle la pressera où y pèsera d'autant moins, qu'elle roulera avec plus de vitesse* ». C'étoit-là le principe sur lequel M. *de Mairan* appuyoit son hypothèse de la diminution de *pesanteur absolue* de l'air quand il est en mouvement.

Hartsoeker objectoit à ce principe (p. 115) que, *si cela étoit vrai, toute la théorie des bombes étoit fausse.* » Je conviens, dit-il, que chaque » point de la table par où la boule passeroit, » seroit moins pressé, & que c'est sur une » semblable idée, pour me servir de l'exemple

» de l'Auteur, qu'*Homere*, pour peindre la rapidité du char d'un de ses Héros, dit que les roues ne laissoient que des marques légères sur la poussière la plus subtile; mais je nie que toute la table en fût moins pressée, & il seroit facile de s'en convaincre par l'expérience. Si l'on prenoit, par exemple, un vâse rempli d'eau, & qu'on y fît tourner cette eau en rond, elle ne pèseroit pas moins sur le fond de ce vâse que si elle étoit en repos. Une toupie ne pèseroit pas moins sur un des bassins d'une balance, si elle y étoit en mouvement, que si elle y étoit en repos ».

M. de Mairan reconnut la solidité de cette objection.

Cette réfutation de *Hartsoeker* n'est pas absolument exacte; il est certain que le mouvement horisontal diminue l'effet de la pesanteur; c'étoit seulement dans la quantité de cette diminution que M. *de Mairan* se trompoit. Cependant, comme l'objection de *Hartsoeker* étoit fondée, quant aux variations sensibles du Baromètre, M. *de Mairan* ne s'arrêta point à tirer parti de l'inexactitude de son adversaire: voici comment il s'exprima sur ce sujet, dans une lettre qu'il écrivit aux Auteurs du *Journal des Savans* (1): « Entre toutes les fautes que M. *Hartsoeker* a prétendu relever dans les dissertations dont il s'agit, je n'en vois guères que deux ou trois qui méritent ce nom, *encore y auroit-il peut-être bien des choses à dire sur la manière dont il s'y est pris :* mais,

(1) *Journ. des Sav.* année 1722, pag. 569.

» dans le fond, je reconnois pour mauvais ce
» qu'il cite de moi, où j'ai raisonné de la *pres-*
» *sion*, comme je devois faire seulement de
» l'*impression*, & tous les endroits qui sont une
» suite de cette erreur ».

Malgré cet aveu de M. *de Mairan*, quelques Physiciens ont continué de penser que le mouvement de l'air influe sur la hauteur du mercure dans le Baromètre; il ne sera donc pas inutile de donner ici une idée de l'effet que les plus grands vents peuvent produire sur la hauteur du mercure dans le Baromètre.

Propositions fondamentales, démontrées par *Huygens*.

195. Il a été démontré, par *Huygens* (1), qu'un corps qui feroit dix-sept fois le tour de la terre en vingt-quatre heures, perdroit tout son poids; c'est-à-dire, qu'il tendroit autant à s'écarter de la terre par sa *force centrifuge*, qu'à s'en approcher par sa *pesanteur*: un corps qui se mouvroit avec une telle vitesse, parcourroit 24339 pieds par seconde. *Huygens* a démontré encore (2) que les tendances à s'éloigner du centre, dans les corps qui se meuvent dans des grands cercles, sont entr'elles comme les quarrés des vitesses de ces corps.

Estimation de la plus grande vitesse des vents par M. *de la Condamine*.

M. *de la Condamine* (dans un Mémoire lu à l'Ac. des Sc. en 1757), partant du plus grand sillage des vaisseaux, qui est de 6 lieues par heure, trouve que le vent le plus violent ne doit parcourir que 85 pieds par seconde.

---

(1) *Discours de la cause de la pesanteur*. Leyde 1690, *in* 4°. pag. 142.

(2) Troisième Théorème *de vi centrifugâ*.

En supposant donc que le vent le plus violent peut occuper toute la hauteur de l'atmosphère; ce qui est le cas le plus favorable à l'hypothèse que j'examine, le poids des colonnes en mouvement ne diminueroit que dans le rapport du quarré de 85 à celui de 24339, ou d'une $\frac{1}{81991}$ partie; & si le poids de ces colonnes transportées par le vent étoit égal à celui de 28 pouces de mercure, l'abbaissement du mercure dans le Baromètre produit par cette cause, ne seroit que la $\frac{1}{244}$ partie d'une ligne, quantité absolument insensible à nos yeux. Détermination de l'effet des plus grands vents sur le poids de l'air. Cet effet est insensible.

196. L'expérience est ici d'accord avec la théorie, & c'est même par elle que j'ai été conduit à l'examen de l'hypothèse de M. *de Mairan*. Preuve tirée de l'expérience.

Les variétés que je remarquai dans le résultat de mes premières observations relatives à la mesure des hauteurs par le Baromètre, m'intéressèrent si vivement, que je ne négligeai aucune des idées qui me vinrent à l'esprit pour tenter d'en découvrir les causes. Une de ces idées à laquelle je m'arrêtai le plus, fut de rechercher l'effet de l'agitation de l'air, pensant alors qu'elle devoit avoir quelque influence sur la hauteur du Baromètre.

Il me parut d'abord que, quand la vitesse des vents étoit, par elle même ou par la position des lieux, sensiblement inégale dans les diverses couches d'air comprises entre des stations que j'avois fixées sur le penchant d'une montagne, les densités de ce fluide ne devoient pas conserver entr'elles les mêmes rapports que

quand il étoit calme ou également agité. Il me sembloit principalement que, quand le mouvement horisontal de l'air étoit beaucoup plus rapide depuis le pied de la montagne jusqu'à son sommet qu'il ne l'étoit au-dessus, la différence de hauteur entre les Baromètres devoit être moins grande que quand l'agitation étoit partout égale; parce que la pesanteur de la couche d'air qui produisoit la différence entre les deux hauteurs observées du mercure, & par conséquent cette différence elle-même, devoit être d'autant moindre, que cette couche étoit plus en mouvement. Je donnai une attention particulière à la recherche des effets de cette cause, dont je ne révoquois point en doute l'existence; j'employai même un anémomètre portatif que j'avois construit exprès, & je notai, aussi exactement qu'il me fut possible, la direction & la force des vents: cependant je ne découvris aucun effet qui pût être attribué avec certitude à cette cause.

Différences indiquées par M. *de Mairan* entre le vent du sud & celui du nord.

197. J'ai dit ci-devant (193), que dans le temps où M. *de Mairan* attribuoit à l'agitation de l'air les principales variations du Baromètre, il sentoit bien qu'on pouvoit lui objecter l'ascension du mercure par le vent du Nord. La solution qu'il donnoit de cette difficulté renfermoit l'indication de plusieurs causes de variation dans le poids de l'air propres aux diverses espèces de vents, indépendantes du mouvement horisontal, & qui par ces raisons demandent un examen particulier. Voici comment il s'exprime sur ce sujet.

« Les

« Les vents de sud, dit-il (pag. 44), doivent » nous apporter un air plus rare, & en moindre » quantité »; 1°. parce qu'ils viennent d'un pays plus chaud, 2°. parce que l'atmoſphère eſt plus *mince* entre les tropiques qu'au nord, tant par ſa figure que par celle de la terre; l'atmoſphère devant être un ſphéroïde allongé vers les poles, & la terre un ſphéroïde applati dans le même ſens : ſi donc les vents du ſud « ſoufflent hori- » ſontalement, ils doivent abbaiſſer & mettre » à leur niveau la ſurface de l'atmoſphère, qui » par ſa ſituation étoit auparavant plus haute; » les vents du nord, au contraire, doivent » pouſſer vers nous un air plus denſe, & en » beaucoup plus grande quantité; & ſi leur » direction eſt de même parallèle à l'horiſon, » ils doivent élever & mettre à leur niveau » la ſurface de l'atmoſphère, par le nouvel » air qu'ils y entraînent. De plus, les vents » de ſud ſont ordinairement les avant-coureurs » de la pluie, ou règnent pendant la pluie; les » vents de nord, au contraire, ramènent le » temps ſec, ou ne règnent guères que dans » le temps ſec : donc, par toutes les raiſons » qui en ont été dites ci-devant, le vent de » ſud ſe trouve joint avec un moindre poids » d'atmoſphère, ou abſolu, ou relatif, ou ab- » ſolu & relatif tout enſemble; & le vent de » nord, au contraire, eſt lié avec des cir- » conſtances, qui augmentent ce même poids : » partant, le Baromètre baiſſera ordinairement » pendant le ſud, & il ſe ſoutiendra ou s'élè- » vera même quelquefois pendant le nord. Il

» se soutiendra, si l'augmentation de masse &
» de hauteur que le vent de nord produit
» dans la colonne d'air qui fait équilibre au
» mercure, est égale à la diminution de pe-
» santeur relative que le mouvement y cause;
» il s'élévera, si cette augmentation est plus
» grande ».

Il y a donc, suivant M. *de Mairan*, trois différences essentielles entre le vent du nord & celui du sud, qui concourent à la différence de leurs effets sur le Baromètre; savoir 1°. la différence de hauteur de l'atmosphère dans les parties du monde d'où ces vents procèdent; 2°. la différence de l'air qu'ils transportent relativement à la présence ou à l'absence des vapeurs; 3°. la différence de température. Je vais considérer séparément ces trois différences.

Première différence, fondée sur la hauteur de l'atmosp. dans ces deux part. du monde.

198. La différence de hauteur de l'atmosphère dans les parties du monde d'où procèdent les vents du nord & du sud, est la première de celles que M. *de Mairan* indique entre ces deux vents relativement à leurs effets sur le poids de l'air : c'est celle qui sert de fondement à l'hypothèse de M. *de la Hire*, dont j'ai parlé ci-devant (137). Mais je crois avoir démontré que, si les variations du Baromètre étoient occasionnées par des différences dans la hauteur de l'atmosphère, & que ces différences fussent produites par le transport alternatif de l'air du nord vers l'équateur & de celui de l'équateur vers le nord, les plus grands changemens de hauteur du mercure seroient entre les tropiques comme aux poles. Or, il est certain par l'expé-

Object. tirée du peu de var. du Bar. sous l'equateur.

rience (& M. *de Mairan* le reconnoît lui-même) que le Baromètre varie très-peu sous l'équateur.

En rapportant le système de M. *de la Hire*, j'ai montré simplement qu'il n'étoit pas d'accord avec l'expérience, sans examiner le principe en lui-même ; parce que se contentant de supposer l'allongement de l'atmosphère vers les poles, je n'aurois pu contester son hypothèse sans entrer dans une trop grande discussion. Mais M. *de Mairan* s'explique sur la cause de cet allongement, ce qui rend l'examen plus aisé, & m'engage à l'entreprendre : Voici comment il s'exprime.

M. *de Mairan* pensoit que l'atmosph. devoit être allongée vers les poles.

« Le tourbillon qui décrit l'orbe annuel » autour du soleil, ce fluide, quel qu'il soit, » qui entraîne la terre & l'air, doit pousser » les corps qu'il rencontre avec d'autant plus » de force, que les surfaces qu'ils lui présen- » tent sont moins inclinées, & plus perpen- » diculaires à la direction de son mouvement. » Mais la terre & l'atmosphère supposées sphé- » riques, doivent présenter au fluide qui les » emporte des surfaces d'une infinité d'incli- » naisons & d'obliquités différentes ; donc ce » fluide les poussera avec une infinité de forces » différentes, parmi lesquelles la plus grande » de toutes sera celle qui agit sur le milieu » de la zone torride, où la direction est per- » pendiculaire ; & le choc des parties du fluide, » qui heurteront d'autres endroits à côté, sera » toujours moins fort, à mesure qu'elles s'éloi- » gneront davantage de ce milieu ; ainsi il me

» paroît très-vraisemblable que le tourbillon
» qui entraîne le globe terrestre, agisse un peu
» plus sur l'atmosphère de la zone torride,
» que sur celle des autres zones, & qu'il oblige
» par-là l'air supérieur de s'échapper & de re-
» fluer vers les poles. Cela posé, il est clair
» que l'atmosphère sera plus mince entre les
» tropiques qu'en aucun autre endroit.... »

Examen de cette hypothèse.

199. On voit d'abord que l'allongement supposé de l'atmosphère vers les poles n'est qu'une conséquence du système des tourbillons de *Descartes :* système qui étoit encore admis par la plupart des Savans, quand M. *de Mairan* & M. *de la Hire* ont écrit sur les variations du Baromètre. Mais depuis lors, le système de la gravitation universelle ayant prévalu par de bien bonnes raisons, & M. *de Mairan* lui-même l'ayant adopté (1), il n'y a plus lieu de donner à l'atmosphère la figure d'un sphéroïde allongé. Par la gravitation, la terre & tout ce qui *l'en*-vironne tend à s'approcher du soleil en ligne droite ; tandis que par une suite de l'impulsion qu'elle a reçue primitivement, elle tend à s'échapper par des tangentes à son orbite : de-là résulte son mouvement autour du soleil ; mais on n'y voit rien qui puisse comprimer l'atmosphère sous l'équateur & la repousser vers les poles.

L'atm. doit plutôt être applatie vers les poles.

Cette cause d'extension de l'atmosphère vers

(1) *Suite des Mém. de l'Ac. des Sc.* pour l'année 1731, *in*-12, pag. 121. *Traité Phys. & Hist. de l'Aurore Bor.* Paris ; 1754, *in*-4°. pag. 96.

les poles est donc au moins très-incertaine ; tandis qu'il y a une cause très-probable de son applatissement dans le même sens. Par le mouvement diurne de la terre, toutes les parties qui la composent & qui tournent avec elle doivent acquérir une force centrifuge d'autant plus grande, qu'elles se meuvent avec plus de vitesse : par conséquent la plus grande force centrifuge s'exerce sous l'équateur ; il n'est pas nécessaire de le prouver. Les parties solides du globe ne peuvent plus obéir à cette action ; elles sont trop liées entr'elles : mais il est évident qu'elles s'y sont conformées dans le commencement du monde, car il n'est plus douteux que la terre ne soit un sphéroïde applati par ses poles. Quant aux fluides, la force centrifuge doit affoiblir continuellement l'effet de leur pesanteur ; & comme la première de ces causes agit plus puissamment entre les tropiques qu'en aucune autre partie de la terre, tandis qu'elle est nulle sous les poles, il est naturel de penser que l'atmosphère doit avoir une forme lenticulaire dont le plus grand cercle est dans le plan de l'équateur. C'est la raison que M. *de Mairan* donne lui-même dans son excellent *Traité de l'Aurore Boréale*, de la forme sous laquelle paroît communément la *lumière zodiacale* (1), qui n'est autre chose que l'atmosphère solaire vue de profil & par son tranchant (2). Dans le même Traité M. *de*

(1) *Ibid.* 1731, pag. 32 ; & 1754, pag. 25.
(2) *Ibid.* 1731, pag. 26 ; & 1754, pag. 20.

Mairan pose aussi pour principe, *que tout fluide qui tourne actuellement avec les parties extérieures de la terre ; a d'autant plus de force centrifuge, qu'il se trouve plus près de l'équateur* (1).

Il semble d'abord que, si l'atmosphère étoit plus épaisse sous l'équateur que dans toute autre partie de notre globe, la hauteur du mercure dans le Baromètre devroit y être aussi plus grande. Pour résoudre complettement cette difficulté, il faudroit entrer dans des détails qui m'écarteroient trop de mon sujet ; d'ailleurs il suffit de considérer, que la même force qui fait élever l'air, diminue sa pression sur la terre ; ou plutôt que l'air ne s'élève plus haut que parce qu'il pèse moins : ainsi toutes choses d'ailleurs égales, les colonnes de l'atmosphère placées sous l'équateur, ne pèsent pas plus sur la terre, que les colonnes moins hautes qui reposent sur les régions polaires.

Les vents du sud doivent plus augmenter la hauteur de l'atm. dans nos climats que les vents du nord.

Je reviens à l'objet qui m'a fait entrer dans cette discussion, pour faire remarquer que par la théorie même, les vents du nord devroient moins augmenter la hauteur de l'atmosphère dans nos climats, que les vents du sud ; & que par conséquent la différence de hauteur de l'air dans les parties du monde d'où ces vents viennent par rapport à nous, ne peut contribuer à la différence connue de leur effet sur le Baromètre.

Deuxième différence indiquée par M. *de Mairan* entre les vents du S. & ceux du N.

200. Avant d'examiner la seconde différence

(1) *Ibid.* 1731, pag. 133 ; & 1754, pag. 105.

indiquée par M. *de Mairan* entre les vents du nord & ceux du sud, il est nécessaire de rapporter ce qu'il pense de l'effet que les vapeurs & la pluie produisent dans la pesanteur *relative* de l'air.

L'agitation produite par les vapeurs dans l'air qui nous vient du sud.

« Selon les plus habiles Physiciens de ce » siècle, dit-il, (page 16), ce sont principa- » lement les vapeurs qui causent les vents, » quoique ce ne soient pas elles seules qui les » composent: au moins est-il certain que les » vapeurs sont presque toujours accompagnées » de vents. On sait aussi que la pluie n'est » formée que de l'assemblage de plusieurs pe- » tites parcelles de vapeurs; ainsi en suivant » l'analogie de la pluie aux vapeurs, des va- » peurs au mouvement qu'elles causent dans » l'atmosphère, & de ce mouvement à la di- » minution du poids de la colonne d'air, qui » fait équilibre au mercure, on en viendra à » l'abbaissement de ce mercure dans le Baro- » mètre. Le temps étant donc disposé à la » pluie, c'est-à-dire, les vapeurs dont elle va » se former étant répandues dans l'air, & y » causant de l'agitation, il faut nécessairement » que la variation du Baromètre s'ensuive. » Mais ce n'est pas seulement lorsqu'il doit » pleuvoir, que le mercure descend; cela ar- » rive souvent pendant la pluie même, du » moins voit-on rarement alors que le mercure » s'élève. La principale raison en est, selon » moi, que la pluie est presque toujours ac- » compagnée de l'agitation de quelque partie » de l'atmosphère. Cette agitation est même

» très-capable de la produire ; car le vent
» venant à pousser les parcelles des vapeurs les
» unes contre les autres, les réduit à de petites
» gouttes ; & celles-ci se joignant encore, par-
» viennent enfin à une assez grande pesanteur,
» à raison de leur surface, pour vaincre la
» force qui les soutenoit, & pour tomber en
» forme de pluie. Or, il y a apparence qu'à
» mesure que la première pluie tombe, il s'en
» forme successivement de nouvelle ; & qu'ainsi
» la cause pour laquelle le Baromètre descend ou
» demeure assez bas pendant qu'il pleut, est la
» même qui le faisoit baisser lorsqu'il devoit
» pleuvoir. Si l'agitation cesse, & qu'il ne se
» forme plus de nouvelle pluie, le Baromètre
» monte, & prédit le beau temps ».

C'est cette influence des vapeurs & de la pluie sur la pesanteur de l'air que M. *de Mairan* indique dans le passage que j'ai cité dès l'entrée, lorsqu'il dit : « Les vents de sud sont
» ordinairement les avant-coureurs de la pluie,
» ou regnent pendant la pluie ; les vents de
» nord au contraire ramènent le temps sec,
» ou ne regnent guères que dans le temps sec :
» donc, &c. ». Mais il ne me paroît pas que les vapeurs ni la pluie puissent avoir cette influence.

Idée de quelques Physiciens sur la cause des vents.

L'idée des Physiciens, dont parle M. *de Mairan*, sur la manière dont les vents sont produits par les vapeurs, est tirée des effets de l'éolipile, où l'eau réduite en vapeurs par l'action du feu, déplace l'air & le fait sortir avec violence par un canal fort étroit. Les vapeurs

peuvent donc produire une espèce de vent, dont la direction supposée de bas en-haut pourroit soulever l'atmosphère & diminuer son poids.

Mais en admettant cet effet des vapeurs dans l'atmosphère, il me semble qu'il faut y distinguer deux choses; savoir, la cause & l'effet du vent. Les vapeurs, en se formant & montant dans l'atmosphère, se glissent entre les particules de l'air, elles les écartent & les chassent de tous côtés; voilà, selon eux, la cause du vent. Mais les premières vapeurs étant mêlées avec l'air, cèdent avec lui à l'action des nouvelles vapeurs qui se forment continuellement: de-là naît un courant d'air mêlé de vapeurs, dans lequel les particules des deux espèces ne doivent pas être plus agitées que ne le sont celles d'un courant d'air pur: c'est ainsi que le fluide élastique produit par la poudre à canon, après avoir écarté l'air quand il se débande, perd son activité propre, & cède, comme l'air naturel avec lequel il se mêle, à toutes les causes qui leur impriment un mouvement commun. Il suit de-là, que les vapeurs mêlées avec l'air que nous apporte le vent du sud, ne sont pas une cause particulière de mouvement dans cet air; & que par conséquent il ne doit point y avoir de différence à cet égard entre le vent du sud & celui du nord. L'expérience prouve encore, qu'il n'y a pas une liaison immédiate entre la formation successive de la pluie & l'abbaissement du mercure: car pour l'ordinaire le Baromètre baisse avant la pluie & remonte pendant qu'il pleut; c'est par-là

Production du vent par les vapeurs.

Transport des vapeurs par le vent qu'elles produisent.

Elles ne sont pas par elles-mêmes une cause d'agitation dans l'air qu'elles transportent.

qu'il prédit : l'intervalle de temps qui s'écoule depuis la formation de la pluie dans les nues, ou depuis qu'elle cesse, jusqu'à ce que ces effets soient apperçus sur la terre, doit être si petit, qu'il ne peut entrer pour rien dans les prédictions du Baromètre.

Troisième différence, indiquée par M. de Mairan entre le vent du sud & celui du nord tirée de leur température.

201. La troisième différence que M. *de Mairan* indique entre le vent du nord & celui du sud relativement aux variations du Baromètre, est une cause réelle de changement dans le poids de l'air; il s'agit seulement de déterminer ses bornes. J'ai déjà parlé plusieurs fois de cette cause, & sur-tout en rapportant le systême de M. *le Cat*, qui paroît l'employer seule à l'explication des phénomènes (148); mais je me suis contenté jusqu'ici de montrer qu'elle ne peut produire les principales variations du Baromètre, puisque, si cela étoit, nous verrions nécessairement un bien plus grand rapport entre ces variations & celles des Thermomètres exposés en plein air. Je me proposois d'abord de m'en tenir à cette preuve qui me paroît suffisante; mais considérant que l'effet des variations de chaleur sur le poids de l'atmosphère est un point de physique générale très-intéressant en lui-même, je crois devoir entrer dans quelques détails qui contribueront peut-être à l'éclaircir.

Examen des effets de cette différence.

Je ne suis point étonné que M. *de Mairan*, M. *le Cat* & plusieurs autres Physiciens qui ont traité cette matière, aient attribué à la chaleur plus d'influence qu'elle n'en a réellement dans les phénomènes dont il s'agit ici : pour découvrir les vrais effets de cette cause, il

falloit des expériences immédiates qu'ils n'ont pas eu occasion de faire, & auxquelles d'autres recherches m'ont conduit; elles serviront de bâse à ce que je vais dire sur cette matière.

Détermination de l'effet simple de la chaleur sur le poids de l'atmosp.

202. Je montrerai dans la suite, par le résultat d'un grand nombre d'expériences, qu'une variation d'un dégré sur un Thermomètre à mercure divisé suivant M. *de Réaumur*, correspond à un changement d'$\frac{1}{215}$ dans la densité actuelle de l'air (607). Supposons pour plus de commodité, que le changement absolu pour chaque dégré du Thermomètre est toujours le même, & qu'il a lieu dans une colonne d'air qui soutient 27 pouces de mercure: alors une variation d'un dégré dans le Thermomètre qui affectera toute l'épaisseur de l'atmosphère sans changer la hauteur de ses colonnes, fera varier d'$\frac{1}{215}$ partie ou d'une ligne $\frac{1}{2}$ celle du mercure dans le Baromètre. Ce fondement paroît d'abord très-simple; il semble annoncer qu'on peut réduire au calcul les effets de la chaleur sur le poids total de l'air: mais il se combine le plus souvent avec d'autres circonstances qui rendent ce calcul impossible. C'est cependant un terme de comparaison nécessaire; il nous indique le plus grand effet que la chaleur produiroit sur le poids des colonnes d'air quand elle les affecteroit dans toute leur hauteur; & il peut nous diriger dans la recherche des effets combinés de cette cause & d'un grand nombre d'autres qui agissent avec elle dans l'atmosphère. Je vais indiquer quelques-unes de ces combinaisons.

Cet effet souffre des limitations.

Première limitation. Les grandes variat. de chaleur ne se font que dans le bas de l'atm.

Ses variat. sur les hautes montagnes.

203. Les grandes augmentations de chaleur de l'atmosphère n'ont ordinairement lieu que dans sa partie inférieure : au plus fort de l'été, le haut des Alpes reste couvert de glace & de neige; aucun arbre, pas même le sapin, n'y croît au-dessus de sept à huit-cents toises d'élévation, à compter des plaines voisines : les vents ou d'autres causes accidentelles transportent souvent leurs semences à de plus grandes hauteurs ; quelquefois elles y germent & produisent de petits arbustes ; mais ils sont défigurés & périssent bientôt. La raréfaction de l'air influe sans doute sur cet effet ; mais le peu de chaleur y contribue beaucoup : car les arbres & les plantes de diverses espèces croîssent à une plus grande élévation & en plus grande quantité dans les faces tournées au midi, que dans les expositions différentes. Cette diminution de chaleur de bas en-haut, n'est pas particulière aux Alpes ; elle tient à la constitution générale de l'atmosphère, puisque dans la zone torride & sous l'équateur même, le haut des cordilières est constamment couvert de neige. Il est essentiel encore de remarquer que, dans nos climats, on n'éprouve pas de bien plus grands froids en hiver sur les montagnes que dans les plaines : c'est ce dont je suis instruit, tant par ma propre expérience, que par le témoignage des habitans des Alpes, où j'ai souvent voyagé en hiver. La seule différence ordinaire qu'il y ait entre les hautes montagnes & la plaine quant au froid, & qui fortifie ce que je me propose d'établir, c'est qu'il est constant,

en hiver sur les premières, que l'air y est très-rarement échauffé, même par le vent du sud, & qu'on n'y connoît presque point ces vicissitudes de température qu'on éprouve dans la plaine ou sur les montagnes moins élevées. Il est donc certain que les variations de température sont ordinairement petites au sommet des hautes montagnes; & il ne l'est pas moins que l'étendue de ces variations croît en descendant ou décroît en montant. J'ai été un très-grand nombre de fois sur une montagne peu distante de Genève, dont le sommet, assez étendu, est élevé de quatre à cinq cents toises au-dessus de la plaine; j'ai parcouru ce sommet pendant des journées entières, au plus fort de l'été, & je n'y ai jamais vu le Thermomètre plus haut de 17° ½, tandis qu'il étoit en-bas de 25 à 28 degrés; j'ai été aussi quelquefois sur cette montagne en hiver; il n'y faisoit pas plus froid qu'à la plaine.

Variations de la chaleur sur les montagnes peu élevées.

Voici une preuve plus directe du peu de changement qui se fait dans la température des parties supérieures de l'atmosphère. J'ai beaucoup d'observations du Baromètre, & du Thermomètre exposé à l'air libre, dans la plaine, faites en diverses saisons, dans des temps où le Baromètre étoit fixe; c'est-à-dire, que plusieurs jours de suite il s'étoit tenu à-peu-près au même point à la même heure: ces observations, destinées à un autre objet, ont été faites chaque fois de quart-d'heure en quart-d'heure, depuis le lever du soleil jusqu'au soir (595). J'ai combiné toutes ces observations, en prenant

Celles qu'on observe dans la plaine, comparées aux variat. du Baromètre de la nuit au jour.

dans chaque jour les plus grandes différences de température & de hauteur du Baromètre, & j'ai trouvé que, de la moindre à la plus grande chaleur du jour, la différence moyenne de température avoit été 9° $\frac{1}{3}$; & celle de la hauteur du Baromètre seulement $\frac{11}{16}$ de ligne, dont il étoit plus bas quand la chaleur étoit la plus grande. Je ne donne pas ce résultat comme absolument exact; il est possible que la tendance moyenne du Baromètre, dans ces observations, fût plutôt de monter que de descendre, indépendamment des variations de température; mais on va voir que l'erreur ne pourroit être que de petite conséquence, relativement à l'écart qui résulte de la comparaison de cet effet avec celui que devroit produire une augmentation de chaleur qui affecteroit toute la hauteur de l'atmosphère en même temps. J'ai dit ci-devant que dans ce cas, une variation d'un dégré de chaleur produiroit un changement d'une ligne $\frac{1}{2}$ dans la hauteur du Baromètre; ainsi pour 9° $\frac{1}{3}$ d'augmentation de chaleur, le Baromètre auroit dû baisser de 14 lignes, au lieu de $\frac{11}{16}$ de ligne. On pourra voir dans la suite qu'une augmentation de chaleur de 9° $\frac{1}{3}$, qui affecteroit dans toute sa hauteur la couche d'air comprise depuis le niveau de la plaine jusqu'à environ 2000 pieds d'élévation, suffiroit pour faire baisser le Baromètre de $\frac{11}{16}$ de ligne, en supposant même, que le tiers de sa matière qui sortiroit de l'enceinte primitive de chaque colonne, par la dilatation, s'emploieroit à augmenter sa hauteur. Il est donc évident que les

Estimation des effets de la cha-

variations de température vont beaucoup en décroîssant de bas en-haut dans l'atmosphère; & ce qu'il y a de très-intéressant encore à remarquer dans les observations qui me fournissent cette preuve, c'est que l'augmentation de chaleur de la nuit au jour étant produite par la présence du soleil, dont les rayons traversent toute l'épaisseur de l'air, ces observations prouvent en même temps, que les couches supérieures de l'atmosphère sont très-peu susceptibles de s'échauffer (678). leur sur le poids de l'atmosph.

On peut tirer de la réunion de tous ces faits, deux conséquences essentielles dans la matière que je traite : la première, que nous éprouvons souvent des vicissitudes de chaleur dans la plaine, qui n'ont pas lieu à de plus grandes élévations, sur-tout en hiver : la seconde & la plus importante; que l'étendue des variations de chaleur est d'autant moins grande dans une couche donnée de l'atmosphère, que cette couche est plus élevée. Je crois donc pouvoir supposer; qu'ordinairement la somme de toutes les variations de chaleur qui se font en même temps dans une colonne de l'atmosphère, n'excède pas la somme de celles qui se feroient dans une hauteur de 2550 toises au-dessus de la plaine, en supposant que celles-ci seroient toutes égales à celle qui se fait au bas de la colonne. Or, le Baromètre étant supposé à 27 pouces au pied de cette colonne, il seroit à-peu-près à 15 pouces à la hauteur de 2550 toises (576) : il n'y auroit donc que les $\frac{12}{27} = \frac{4}{9}$ de la masse de la colonne qui éprouveroient les variations de la chaleur; & suivant ce que j'ai

dit ci-dessus (202), un changement d'un dégré sur le Thermomètre n'indiqueroit qu'une variation de deux tiers de ligne dans la hauteur du Baromètre placé sous cette colonne; c'est-à-dire qu'il faudroit une variation d'un dégré ½, dans la chaleur indiquée par le Thermomètre, pour faire changer d'une ligne la hauteur du Baromètre : j'adopte ici un rapport déterminé pour un rapport indéterminé & très-variable; mais je ne crois pas m'écarter beaucoup du rapport moyen. Donc, quand le Baromètre baisse d'une ligne, si cet abbaissement est produit par l'augmentation de chaleur, il faut qu'en même temps le Thermomètre observé dans l'air libre à la plaine, monte d'un degré ½. On a déjà pu voir, & l'on verra encore mieux dans la suite, que cette détermination regarde autant pour l'ordinaire les effets des vents du sud, que ceux de toute autre cause de changement de température. Je passe à d'autres modifications des effets de la chaleur sur le poids de l'atmosphère.

Seconde limitation. L'équilibre des colonnes d'air considéré dans le passage de l'hiver à l'été.

204. Dans le passage de l'hiver à l'été, l'augmentation totale de la chaleur se fait très-lentement; &, comme à mesure que l'air devient plus rare, sa pesanteur diminue, il doit s'élever nécessairement pour se mettre en équilibre avec les parties de l'atmosphère qui ne sont pas autant échauffées par le soleil; & comme les colonnes les plus élevées se versent continuellement sur leurs voisines, cette circulation est une des principales causes des vents. C'est sans doute par cette raison que le Baromètre ne baisse pas en été autant que l'exigeroit le changement de

température

température ; les colonnes d'air ſont alors moins denſes, mais elles ſont plus hautes, ce qui fait une compenſation. Il n'en eſt pas tout-à-fait de même dans les changemens de température du jour à la nuit ; ils ſe ſuccèdent trop promptement pour que les colonnes d'air, plus ou moins échauffées, ſe mettent abſolument en équilibre entr'elles : c'eſt par cette raiſon, abſtraction faite des autres cauſes, que le mercure deſcend pendant le jour dans les Baromètres de la plaine, & qu'il y remonte pendant la nuit (528 & 530).

Et de la nuit au jour.

205. Venons maintenant aux différences de températures produites par les vents. Je conviens d'abord que le dégré de denſité de l'air qu'ils tranſportent doit influer ſur la hauteur de la colonne du Baromètre ; parce que dans cette agitation de l'atmoſphère l'équilibre ne peut ſe rétablir : je crois auſſi que, quand un vent du ſud ſuccède à un vent du nord en hiver, ou en général à un temps froid, le poids de l'air doit diminuer ſenſiblement à cauſe du changement qui arrive alors dans la température : c'eſt par cette raiſon ſans doute que les plus grands abbaiſſemens du mercure ſe font dans ces circonſtances. Mais il eſt aiſé de voir, par ce que j'ai dit ci-deſſus des effets de la chaleur ſur l'atmoſphère, que les changemens de ſa température ne peuvent occaſionner qu'une partie de ces grandes variations du Baromètre (1) : car quand le mercure s'abbaiſſe en

Effet de la différente température des vents.

Elle ne ſuffit pas ſeule pour expliquer les phénomènes, même en hiver.

---

(1) Voici une preuve de ce qui eſt dit dans le texte,

peu de temps de 12 & même de 18 lignes, il faudroit que la chaleur eût augmenté dans la plaine de 18° dans le premier cas, & de 27° dans le dernier. Souvent aussi la chaleur augmente sensiblement en hiver, même par le vent du sud, sans que le Baromètre descende ; & il descend

---

que les grandes variations du Baromètre en hiver ne sont produites qu'en partie par les changemens de température de l'air. Au commencement de Décembre 1763, j'eus occasion de traverser le Jura par un fort beau temps ; le Baromètre se tenoit à Genève à 27 pouces 4 lignes. La température étoit pendant la nuit, sur la montagne, à 8 dégrés de M. *de Réaumur* au-dessous de zéro ; l'air s'y réchauffoit beaucoup pendant le jour : la plaine étoit couverte de brouillards, & par cette raison le Thermomètre s'y tenoit assez constamment à un dégré au-dessous de zéro (*698*). Cet état de l'air se maintint sans aucun changement remarquable jusqu'au dixième du même mois ; le Baromètre commença à baisser alors par un petit vent du sud, qui réchauffa l'air au-dessus des brouillards, les dilata & les fit élever. Le Baromètre continua à baisser jusqu'au treizième, & fut au matin de ce jour-là plus bas que je ne l'ai jamais vu à Genève ; il y étoit à 25 pouces 10 lignes & trois quarts (724, *note*). Le Baromètre baissa donc dans trois jours de 17 lignes un quart, ce qui supposeroit une augmentation de chaleur de 25 dégrés sept huitièmes, par le rapport établi ci-dessus, & qui pourroit être beaucoup modifié dans ce cas, sans qu'il cessât de prouver en faveur de ma thèse ; car en combinant la température moyenne dans l'espace de 24 heures à la montagne, avant l'abbaissement du Baromètre, avec celle de la plaine où j'étois pendant cet abbaissement, la variation totale de chaleur ne fut que de 5 à 6 dégrés ; & ce présage menaçant du Baromètre fut suivi d'un peu de neige qui tomba par un vent nord-ouest, auquel le sud vint s'opposer ensuite, tellement que la neige fut balottée par ces deux vents.

quelquefois, quoique la chaleur diminue ; ce dernier changement arrive quand un vent nord-ouest ſuccède à une ſuite de beaux jours. Ainſi les variations du Baromètre ſont peu correſpondantes aux changemens de température, dans la ſaiſon même où ces changemens ſont les plus grands & les plus favorables à l'hypothèſe que j'examine, parce que le vent du ſud, en faiſant baiſſer le Baromètre, occaſionne le plus ſouvent une augmentation de chaleur.

206. Mais c'eſt particulierement en été que le peu d'accord entre les changemens de la chaleur de l'air & ceux de la hauteur du mercure dans le Baromètre devient le plus ſenſible. Dans cette ſaiſon, les jours ſont plus longs dans nos climats & vers le nord, qu'ils ne le ſont entre les tropiques ; & cette longueur des jours compenſe tellement la moindre élévation du ſoleil, que nous éprouvons des chaleurs à-peu-près auſſi grandes que les habitans de la Zone torride. Nous devons cette comparaiſon à M. *de Réaumur* ; il a pris ſoin de raſſembler un grand nombre d'obſervations de chaleur faites en divers climats, & de les publier chaque année dans les mémoires de l'Académie depuis 1733 juſqu'en 1740 ; il eſt utile d'en donner ici une extrait. **Moins encore en été.**

(1) M. *Coſſigny* partit le prémier Janvier du port de l'*Orient*, pour les *Iſles de France & de Bourbon* ; il paſſa la ligne le 25 Février, à **Obſervations qui indiquent le dégré de chaleur de la zône torride.**

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1733.

353° de longitude, & depuis 4° de latitude nord, jusqu'à 4° de latitude sud, qui fut l'intervalle où il éprouva la plus grande chaleur, son Thermomètre ne monta qu'à 26 dégrés de M. *de Réaumur*: on étoit alors bien près de l'équinoxe du printemps, & par conséquent d'une des saisons où le soleil darde ses rayons à plomb sous la ligne. M. *Cossigny* continua ses observations pendant toute cette année-là dans les *Isles de France & de Bourbon*; il étoit dans cette dernière Isle au mois de Décembre, & comme elle est à-peu-près à 20° de latitude sud, c'étoit alors son été : cependant le Thermomètre n'y monta qu'à 26° $\frac{3}{4}$. M. *Cossigny* passa au mois de Janvier à *Madagascar*, & il resta depuis le dixième du même mois jusqu'au quatrième Mars, dans une baye de cette Isle à 15° 44 sec. sud; & pendant tout ce temps, la plus grande chaleur fut à 26 dégrés (1). En Janvier & Février 1734, M. *Cossigny* vit quelquefois son Thermomètre à 27 dégrés dans l'*Isle de Bourbon*, & en Mars à 28 dégrés; ce fut la plus grande chaleur de toute l'année dans cette isle (2). Revenant en France en 1735, il passa la ligne le ving-quatrième Mai, à 358° de longitude, & le Thermomètre ne monta qu'à 24 dégrés $\frac{1}{2}$. Le sixième Juin il se trouva à la hauteur du *Sénégal*, & la chaleur ne fut que de 21 dégrés: on verra

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1734.
(2) *Ibid.* année 1735.

bientôt pourquoi je rapporte cette obſervation. En arrivant au port de l'*Orient*, le Thermomètre de M. *Coſſigny*, qu'il tenoit de M. *de Réaumur* lui-même, ſe rompit (1). Le quatorzième Mars 1736, il repartit du port de l'*Orient* pour l'*Iſle de France* avec d'autres Thermomètres, le dixième Avril, il dépaſſa le *Sénégal* par une chaleur de 19 dégrés : en paſſant la ligne, le vingt-ſeptième Avril, à 358°. de longitude, ſon Thermomètre ne fut qu'à 22 dégrés. Il arriva à l'*Iſle de France* le ſixième Juillet, il y obſerva le Thermomètre pendant le reſte de l'année ; il le vit ſur la fin de Décembre à 24 dégrés, & ce fut la plus grande chaleur. M. *de Réaumur* rapporte dans ce Mémoire des obſervations faites pendant la même année à *Pondichéri*, par un Père Capucin, à qui M. *Coſſigny* avoit envoyé un de ſes Thermomètres. *Pondichéri* eſt ſitué dans la preſqu'iſle orientale de l'Inde, à environ 7°. de latitude nord : le Thermomètre s'y tint, en Septembre, à 28 dégrés $\frac{3}{4}$ (2). La plus grande chaleur obſervée à l'*Iſle de France* en 1737, toujours par M. de *Coſſigny*, fut au mois de Janvier à 27 dégrés $\frac{3}{4}$. A *Pondichéri*, elle fut le ſeptième Juin à 32 dégrés $\frac{1}{2}$. M. *de Réaumur* fait mention dans ce Mémoire d'un paſſage de la ligne au mois de Mars, où la chaleur n'excéda pas 26 dég. (3). Dans l'année 1738, la plus grande chaleur

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1736.
(2) *Ibid.* année 1737.
(3) *Ibid.* année 1738.

fut à 32 dégrés ½ en Mai à *Pondichéri*, & à 26 dégrés en Janvier à l'*Iſle de France*. Dans le Mémoire de cette année, M. *de Réaumur* rapporte des obſervations faites dans l'iſle du *Sénégal*, qui indiquent à la vérité de bien plus grandes chaleurs : quoique la latitude de cette iſle ſoit plus grande de 7° que celle de *Pondichéri*, le Thermomètre s'y tint à 38 dég. ¼ le douzième Avril à 3 heures après-midi. Mais en comparant cette obſervation à toutes celles que j'ai rapportées juſqu'ici, & particulièrement à celles qui ont été faites dans la même ſaiſon, à la même latitude & à peu de diſtance de cette iſle, il eſt indubitable que, s'il n'y a point d'erreur, cet excès de chaleur eſt dû à quelque circonſtance locale : par exemple, l'obſervateur indique qu'il faiſoit alors un vent d'eſt; or, ce vent pouvoit avoir traverſé quelque déſert d'Afrique, & cette circonſtance, réunie peut-être avec la poſition du lieu, produiſoit cet excès de chaleur, qui, s'il eſt réel, ne fait qu'une exception ; on en verra bientôt une autre preuve : quelque cauſe locale peut avoir influé de même dans les obſervations faites à *Pondichéri* (1). En 1739, M. *Coſſigny* obſerva encore le Thermomètre à l'*Iſle de France* pendant l'été de ce pays-là, & la plus grande chaleur fut à 25 dégrés ½ au mois de Janvier. Il s'embarqua le dixième Juillet pour l'Inde, & le vingt-quatrième Août il arriva à la rade de *Pondichéri* : dans ce voyage il traverſa la ligne

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1739.

pour la quatrième fois, & la plus grande hauteur où s'éleva la liqueur du Thermomètre fut de 25 dégrés le vingt-deuxième Août (1). En 1740, M. *Poligny* allant aux Indes orientales fit une station à *Saint-Jago*, l'une des isles du *Cap-Verd*, qui est à peu de distance du *Sénégal*, & à-peu-près à la même latitude; il observa le Thermomètre dans cette isle le 16 Mars à deux heures après-midi, & il le trouva à 21 dégrés. Les recueils de M. *de Réaumur* cessent ici; ils suffiroient, pour nous donner des idées plus justes qu'on ne les a communément du dégré de chaleur qu'on éprouve dans la zone torride. Mais rien n'est plus capable de diriger notre jugement à cet égard, que les observations de Messieurs les Académiciens de Paris, faites pendant leur séjour en Amérique pour mesurer quelques dégrés du méridien près de l'équateur. Dans le cours de sept années consécutives qu'ils ont passées au Pérou, la plus grande chaleur qu'ils aient éprouvée, même sur la côte, n'a pas excédé 29 dégrés du Thermomètre de M. *de Réaumur*. Ce qu'il importe le plus de remarquer dans leurs observations, c'est que la chaleur diminue considérablement en montant sur les *Cordilières* : à *Quito*, par exemple, qui est élevé au-dessus de la mer de 1462 toises, & où ces Messieurs ont fait un long séjour, la chaleur n'excédoit pas 10 dégrés le matin, & 17 dégrés ½ le soir. Lorsqu'ils furent au sommet de la montagne de *Pitchincha*,

Température des lieux élevés dans la zone torride.

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1740.

élevée d'environ 2300 toises sur le niveau de la mer ; malgré le soin qu'ils prirent de se renfermer dans une petite cahute presque remplie par huit ou dix personnes, & dans laquelle ils avoient beaucoup de lumières & de réchauds de feu, l'eau geloit sur leur table en moins d'un quart d'heure (1). Enfin, M. *de la Condamine* nous apprend, qu'à la hauteur de 2440 toises, la neige ne fond jamais sur ces montagnes (2).

Conséquences. 207. De toutes les observations que je viens de rapporter, & de beaucoup d'autres qu'on pourroit y joindre encore, il résulte ; 1°. que la principale différence entre nos climats & ceux qui sont renfermés entre les tropiques par rapport à la chaleur, n'est pas dans son intensité, mais dans sa durée ; elle varie peu dans la zone torride, au lieu que dans la nôtre elle diminue beaucoup en hiver. 2°. Que la chaleur est beaucoup moins grande en mer que dans les terres. 3°. Que dans les terres même, où la chaleur est la plus constante, elle diminue beaucoup dès qu'on s'élève au-dessus des plaines. 4°. Que nous éprouvons en été des chaleurs aussi grandes que la chaleur moyenne de la zone torride. 5°. Enfin, que notre été étant une des saisons de l'année où la chaleur diminue le plus entre les tropiques, il est pro-

(1) Voyez *Observ. du Thermomètre*, &c. par M. *de Réaumur* ; Mémoire de l'Ac. des Sc. année 1736.

(2) *Mesure des trois premiers dégrés du Méridien dans l'Hémisphère austral* ; Paris 1751, *in-4°*. pag. 54.

bable qu'elle n'y égale pas dans cette ſaiſon, celle que nous éprouvons quelquefois. Donc le vent du ſud, & ſur-tout le vent de ſud-oueſt, qui traverſe moins de terres, ne doivent pas toujours réchauffer notre air en été : c'eſt la concluſion générale que je tire des obſervations que j'ai rapportées ci-deſſus, & qui eſt confirmée par l'expérience. Je vais maintenant en tirer des conſéquences relatives à notre objet.

La chaleur n'étant pas conſtante en été dans nos climats, les vents du ſud & du ſud-oueſt, doivent produire des changemens différens dans la température. Le plus ſouvent, quand ils ſuccèdent au nord-eſt, ils réchauffent l'air; c'eſt alors qu'ils font le plus baiſſer le Baromètre : ce cas a du rapport aux changemens qui arrivent en hiver, & dont j'ai parlé. Quelquefois auſſi, quoique l'air ſoit calme, la chaleur augmente avant la pluie; c'eſt un cas différent dont je parlerai dans la ſuite; mais dès que la pluie commence à tomber, l'air ſe rafraîchit conſidérablement (720) : cet effet ſe produit juſques ſur les plus hautes montagnes, où il tombe même ſouvent de la neige quand le vent eſt à l'oueſt ou au nord-oueſt. Le Baromètre ne monte pas par cette diminution de chaleur, au contraire il continue à deſcendre; & quand il remonte, l'air ſe réchauffe par le retour du beau temps. Mais voici ce qu'il importe le plus de conſidérer. Quand, par la conſtance du beau temps, par la longueur des jours & la brièveté des nuits, la chaleur eſt parvenue dans nos climats au point d'égaler & ſurpaſſer même celle

Les vent du ſud ne doivent pas toujours réchauffer notre air en été.

Comparaiſon des var. du Baromètre avec celles de la chaleur produites par les vents en été.

Effet des vents de ſud dans les grandes chaleurs.

de la zone torride, les vents du sud & du sud-ouest sur-tout, ne peuvent réchauffer notre air; aussi ne le font-ils pas: dès que ces vents commencent à régner, la chaleur diminue, & cependant le mercure descend insensiblement dans le Baromètre; les vapeurs s'accumulent dans l'air, les nuages se forment, il pleut, la grande chaleur cesse, une fraîcheur incommode lui succède quelquefois; la grèle nous prouve souvent que les régions supérieures de l'air sont bien moins échauffées que la nôtre (712), & cependant le mercure reste abbaissé dans le Baromètre jusqu'au retour du beau temps, que nous devons, pour l'ordinaire, au nord-est. Ce phénomène me paroît inexplicable par la différence de température.

Effet des vents d'ouest, nord-ouest & nord.

Les vents du sud & du sud-ouest ne sont pas les seuls qui fassent baisser le mercure en été; les vents d'ouest, de nord-ouest, quelquefois même le vent du Nord, produisent un effet semblable: ces vents, & principalement les deux derniers, ne sont pas plus chauds que le nord-est dans cette saison; celui-ci, cependant, fait élever le mercure dans le Baromètre; mais il nous apporte un air sec, tandis que les autres produisent la pluie; voilà sans doute la différence essentielle qui est entr'eux: c'est ce que je ferai voir. Leur température ne peut y entrer pour rien lorsqu'elle est égale, & elle l'est presque toujours.

Je me suis beaucoup étendu sur l'hypothèse de M. *de Mairan*, parce que je l'ai trouvée

propre à marquer assez précisément ce qu'il me paroît qu'on n'a pas encore expliqué des variations du Baromètre. Ce Physicien célèbre avoit réuni dans son hypothèse les causes de changement dans la pesanteur de l'air, qui ont toujours paru les plus puissantes; mais en les comparant attentivement avec des expériences immédiates, & avec les phénomènes, j'ai senti le vuide qu'elles laissent dans les explications, & j'ai cru devoir l'indiquer.

On a vu dans le commencement de ce Chapitre, que les premiers Physiciens qui réfléchirent sur cette matière, posèrent pour principe général, que le mélange des vapeurs avec l'air, augmente son poids, & qu'après leur chûte il diminue. Persuadés de la solidité de ce principe, ils crurent voir que la plus grande hauteur du mercure étoit l'indice de la pluie. L'expérience détruisit bientôt cette erreur; on reconnut que la plus grande hauteur du mercure étoit l'indice du beau temps. Il fallut donc changer de principe: plusieurs Physiciens pensèrent alors, que les vapeurs étoient soutenues dans l'air quand leur pesanteur spécifique étoit moindre que la sienne, & qu'elles retomboient quand le rapport de ces pesanteurs spécifiques devenoit opposé. Conduits par cette idée, ils cherchèrent les causes de ces changemens de pesanteur relative; & de là naquirent les divers systêmes que j'ai examinés.

Plusieurs Physiciens ont pensé que les vapeurs s'élèvent dans l'air quand leur pesant. spécifiq. est moindre que la sienne; & réciproquement.

Mais l'ascension des vapeurs, par leur *légè-*

Mais ce principe a été com-

Battu par d'autres Physiciens.

reté, ne fut pas généralement admise. On a vu que le Docteur *Wallis* la contestoit, & que M. *Woodward* avoit recours à une impulsion des vapeurs contre l'air, pour expliquer les phénomènes du Baromètre. Plusieurs Physiciens ont écrit depuis lors, pour prouver que les vapeurs, malgré leur ascension, restent toujours spécifiquement plus pesantes que l'air; comme les molécules des métaux restent spécifiquement plus pesans que les menstrues dans lesquels ils sont soutenus par la dissolution. Pour ne pas entrer dans de trop grands détails sur cette matière, je me bornerai à l'examen d'une des hypothèses fondées sur ce principe; c'est celle que Mr. *Hamberger* a adoptée dans ses *Élémens de Physique* (1).

Hypothèse de M. HAMBERGER.

M. *Hamberger* est un de ceux qui ont cru que les vapeurs étoient spécifiquement plus pes. que l'air.

208. M. *Hamberger* pose pour principe fondamental, que les vapeurs ne peuvent devenir plus légères que l'air, par aucune cause & que par conséquent elles ne peuvent monter dans l'air par l'excès de pesanteur spécifique de celui-ci sur elles (2). Il regarde la formation des vapeurs comme une sorte de dissolution de l'eau par l'air à la façon des menstrues; & il attribue leur ascension au mouvement des particules ignées, qui se portent vers l'air plus froid que l'eau, & qui passent de la partie

Il attribue la formation des vapeurs à une dissolution, & leur ascension à l'impulsion du fluide igné.

(1) Georg. Erhardi Hambergeri Philos. & Medic. Doctor. Elementa Physices, &c. *Editio tertia*, *Ienæ* 1741, *in-8°*.

(2) Ibid. §. 477, schol. 1.

inférieure de l'atmosphère à la supérieure, lorsque celle-ci est moins chaude que la première. Suivant lui, ces particules de feu entraînent celles de l'eau par le mouvement qu'elles leur impriment, quoique les dernières soient plus pesantes que l'air. Il en donne pour preuve les parcelles de fer qui se détachent d'un fer rouge, quand on le retire des charbons ardens, & les globules qu'on voit s'élancer hors des liqueurs qui sont prêtes à bouillir. Ces particules d'eau, qu'il conçoit monter avec rapidité par l'impulsion des particules ignées, heurtent à leur tour contre l'air, dont elles suspendent ainsi la pression sur la terre : le Baromètre doit donc baisser pendant cette ascension. Et, comme ces particules d'eau sont la matière de la pluie, l'abbaissement du mercure qui résulte de leur introduction dans l'air, doit ordinairement la présager.

Cette impulsion doit affoiblir la pression de l'air & faire baisser le mercure.

209. Cette hypothèse se rapproche beaucoup de celle de M. *Woodward*, quant à la cause prochaine des variations du Baromètre ; mais elle est moins complette, & les conséquences découlent moins des principes. M. *Woodward*, par sa supposition des vapeurs souterraines, indique une cause toujours prête à opérer ; au lieu que M. *Hamberger*, n'admettant point cette première cause, est réduit aux vapeurs qui s'élèvent de la surface du globe. Or, je demande, comment il est possible que dans le milieu des grands continens, & après de longues sécheresses, la terre, & même les lacs & les rivières, puissent produire assez de vapeurs,

Cette hypoth. se rapproche de celle de M. *Woodward* quant à l'action des vapeurs.

Mais elle est moins propre à expliquer la production d'une quantité suffisante de vapeurs.

pour que par leur ascension elles fassent baisser le Baromètre, & pour que leur chûte produise des pluies abondantes? Comment se peut-il même qu'en hiver, tandis que les pores de la terre sont bouchés par la gelée, il s'élève assez de vapeurs pour produire la grande abondance de neige qui tombe quelquefois durant plusieurs jours?

M. *Hamberger* essaie de suppléer au manque de vapeurs dans son hypothèse.

210. M. *Hamberger* a senti cette difficulté; &, pour la prévenir, il a donné une explication particulière de la formation des pluies qui tombent après de longues sécheresses. « L'air, » dit il (§. 485) en tant que fluide grave, » élastique, & actuellement comprimé autour » de la terre, ne se tient en repos qu'autant » qu'il résiste par-tout également. Il se porte » donc, par un mouvement progressif, 1°. d'un » lieu où il est plus échauffé, & par conséquent » plus élastique, vers un lieu *moins chaud où l'air* » est moins élastique; 2°. d'un lieu où les vapeurs » ne montent pas, vers celui où les vapeurs mon- » tent & où l'air pèse moins par cela même; » 3°. d'un lieu où les vapeurs étant montées, » & restant ensuite immobiles, rendent l'air » plus pesant, vers un lieu où la même cause » n'agit pas, & où, par conséquent, l'air est » moins pesant ». C'est par cette dernière cause de mouvement dans l'air, que M. *Hamberger* croit qu'il peut pleuvoir après de grandes sécheresses. Il suppose donc, que l'air des grands continens n'étant pas chargé de vapeurs, cède à l'air qui couvre les mers, devenu plus pesant que le premier par les vapeurs qu'il renferme.

Son systême est insuffisant

211. Le systême général de M. *Hamberger*,

comme la plupart des autres, renferme deux choses qui le rendent insuffisant; savoir, les principes, & leurs conséquences. Je regarde d'abord comme un principe mal fondé, l'excès de pesanteur spécifique des vapeurs comparées avec l'air; &, quoique cette idée lui soit commune avec plusieurs savans, je ne vois rien de mieux prouvé en Physique que l'idée contraire. Je n'entreprendrai pas de le démontrer ici, parce que ce point faisant une partie essentielle de mon hypothèse particulière sur la cause des variations du Baromètre, je me réserve de le traiter séparément: il me restera d'ailleurs assez d'autres objections à faire contre l'hypothèse de M. *Hamberger*.

dans les principes, & manque dans l'application.

212. Suivant cet auteur, les particules ignées ne se meuvent jamais, que pour passer d'un lieu plus chaud dans un autre qui l'est moins, & par conséquent elles ne peuvent entraîner avec elles des particules d'eau, que dans les cas où celle-ci est plus chaude que l'air. Or, il est certain qu'en été l'air est presque toujours plus chaud que les grandes masses d'eau, la mer, les lacs & les rivières; cependant il se fait dans cette saison-là une évaporation considérable. Les vapeurs ne peuvent donc sortir alors avec impétuosité, heurter contre l'air jusqu'à une grande hauteur, & suspendre ainsi une partie de sa pression sur la terre. Les exemples tirés des particules qui se détachent d'un fer rouge, & de l'eau prête à bouillir, ne prouvent rien; car outre la prompte chûte de ces particules, la différence de température

L'expérience est contraire à l'impulsion des vapeurs par le fluide igné.

entre ces corps & l'air, eſt une cauſe qui n'a pas lieu dans l'évaporation ordinaire, comme je viens de le prouver : d'ailleurs, ces particules viſibles ont une maſſe aſſez grande pour vaincre la réſiſtance que leur oppoſe l'air. Mais comment peut-on concevoir, que des particules d'eau, imperceptibles à l'œil le plus perçant, ſoient lancées par le feu juſqu'au-deſſus des plus hautes montagnes ? & ſi elles ſe meuvent lentement, peuvent-elles exercer contre l'air une action ſuffiſante pour diminuer ſenſiblement l'effet de ſon poids ?

Les variations du Baromètre en temps ordinaire ſont oppoſées au ſyſtème de M. *Hamberger*.

213. Suivons les autres conſéquences qui découlent des principes de M. *Hamberger*, & examinons d'abord le cas qu'il ſuppoſe être le plus ordinaire, c'eſt-à-dire celui où la chûte de la pluie eſt précédée, dans le même lieu, par l'aſcenſion des vapeurs. L'air ſerein devroit être d'une peſanteur moyenne entre l'air où les vapeurs montent & celui où elles demeurent en repos ; puiſque, ſelon M. *Hamberger*, l'aſcenſion des vapeurs diminue le poids de l'air, & que le repos l'augmente. La hauteur moyenne du Baromètre devroit donc être l'effet de l'air ſerein ; avant qu'il pleuve, le mercure devroit d'abord baiſſer, parce que les vapeurs montent ; il devroit remonter enſuite au-deſſus de ſa hauteur moyenne, lorſque les vapeurs ſont en repos, & redeſcendre inſenſiblement à cette hauteur moyenne, à meſure que l'air ſe décharge par la chûte de la pluie. Mais ce n'eſt pas là certainement ce que nous obſervons.

214.

215. Les phénomènes qui accompagnent la sécheresse, ne sont pas mieux d'accord avec l'hypothèse de M. *Hamberger*. Suivant lui, un air devenu plus pesant parce qu'il est chargé de vapeurs, déplace notre air, qui est plus léger parce qu'il est sec. Mais si telle étoit la cause des pluies qui succèdent aux longues sécheresses, ce déplacement de notre air par un air plus pesant que lui, devroit faire monter le mercure dans le Baromètre pour présage de pluie. Cependant les Baromètres n'annoncent jamais plus certainement la pluie, que quand, après de longues sécheresses, leur colonne de mercure s'abbaisse insensiblement.

Les var. du Bar. après les grandes sécheresses sont contraires au systême de M. *Hamberger*.

216. Quelques Physiciens ont pensé que la hauteur du mercure dans le Baromètre étoit proportionnelle à l'élasticité de l'air; & partant de cette hypothèse générale, ils ont cherché quelle pouvoit être la cause de la diminution du ressort de l'air, indiquée, selon eux, par l'abbaissement du mercure. Je ne m'arrêterai pas à examiner leurs opinions particulières sur cette diminution, que plusieurs d'entr'eux ont attribuée aux exhalaisons sulfureuses; une seule réflexion suffit pour prouver que, quelle que soit la cause qui affoiblit le ressort de l'air, si elle ne diminue pas en même temps sa pesanteur spécifique, elle doit produire un effet absolument contraire sur la hauteur du mercure.

Quelq. Phys. ont cru que les var du Barom. étoient produites par des changemens dans l'élast. de l'air.

Quand l'élasticité de l'air diminue, le volume de ce fluide diminue aussi, parce que ses parties

Réflex. sur ce principe considére généralement.

ne tendent plus à s'écarter avec la même force : or, comme l'équilibre ne peut pas se rétablir tout-à-coup dans l'atmosphère, par-tout où l'air se condense par la diminution de son élasticité, quelle qu'en soit la cause, l'air voisin doit s'y verser. Ainsi les colonnes d'air dont l'élasticité a diminué, sans que leur pesanteur spécifique ait diminué en même temps, contenant alors plus de matière, ont nécessairement acquis plus de poids, & par conséquent elles doivent faire monter le mercure dans le Baromètre, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli entre ces colonnes & leurs voisines.

M. Bernoulli a adopté une partie de ce principe.

217. J'examinerai dans le Chapitre suivant, la différence qui doit se trouver entre les effets des changemens de force élastique, dans l'air libre & dans l'air renfermé, en rapportant les idées de M. *Bernoulli*, relativement à l'influence de l'élasticité de l'air sur la mesure des hauteurs par l'abbaissement du mercure : mais comme l'hypothèse particulière de cet auteur sur les variations du Baromètre, quoique fondée sur le même principe général, diffère essentiellement de celles dont j'ai parlé ci-dessus, je vais la rapporter ici telle qu'il l'a exposée dans son *Hydrodynamique* (1).

Hypothèse de M. BERNOULLI.

M. Bernoulli pense que l'air renfermé dans la terre fait partie de l'atmosp. libre.

« 218. Il est connu, dit M. *Bernoulli*, que

(1) Sect. X. *de affectionibus atque motibus fluidorum elasticorum, præcipuè autem aëris.* §. 20. (Argentorati, 1738, *in-4°*.)

» la terre renferme beaucoup de très-grandes
» cavités, & que même dans les masses qui
» n'ont point de cavités sensibles, les pores
» peuvent produire le même effet. Si donc on
» rassemble tous ces espaces remplis d'air, dans
» une profondeur de 20 à 30 mille pieds au-
» dessous de la surface de la terre, & qu'en
» les comparant à la partie solide on suppose
» celle-ci mille fois & même cent-mille fois
» plus grande que les premières, l'action de
» la chaleur dans cet air renfermé sera suffi-
» sante pour produire toutes les variations du
» Baromètre ».

Qu'il agit par le moyen de la chaleur interne de la terre.

M. *Bernoulli* ne s'arrête pas beaucoup sur cette matière; mais par ce qui précède & ce qui suit le passage que je viens de citer, on voit qu'il attribue l'augmentation de hauteur du mercure dans le Baromètre, à l'air dilaté par la chaleur dans les pores & les cavités de la terre, qui sortant en partie, se joint à l'air extérieur, & augmente sa pression sur le Baromètre. La diminution de hauteur du mercure est, suivant lui, l'effet de la même cause qui agit en sens contraire; c'est-à-dire que, si la chaleur diminue, l'air intérieur se condense, & l'atmosphère s'abbaissant alors pour remplir les cavités, il ne presse plus autant sur le mercure du Baromètre.

Que la sortie de cet air fait monter le mercure, & réciproquement.

219. Cette hypothèse est ingénieuse par sa simplicité, mais elle n'est pas d'accord avec l'expérience. Si nous la considérons d'abord dans son principe, nous verrons qu'elle suppose de grandes variations de chaleur dans les entrailles

Mais la température de notre globe est constante.

de la terre : or, l'expérience prouve, au contraire, que la température de notre globe est toujours sensiblement la même ; toutes les expériences du Thermomètre faites à de grandes profondeurs, le déposent incontestablement. Il ne peut être question ici de l'augmentation de chaleur produite par des fermentations ou des explosions souterraines ; car ce sont des causes particulières, qui ne peuvent servir de fondement à un systême général.

On devroit appercevoir des gouffres quand la terre absorberoit la quatorzième partie de l'atmosp.

D'ailleurs s'il y avoit dans l'intérieur de la terre des vicissitudes de dilatations & de condensations, telles qu'elles devroient être pour produire les variations du Baromètre, leur effet seroit certainement très-sensible à la surface : on appercevroit des courans d'air qui s'ouvriroient des passages, ou, pour mieux dire, des gouffres ; car lorsque dans l'espace de peu de jours le Baromètre varie de deux pouces, & que par conséquent, suivant M. *Bernoulli*, la quatorzième partie de l'atmosphère devroit sortir des entrailles de la terre ou s'y précipiter ; une révolution de cette nature ne pourroit se faire ni tranquillement, ni par un petit nombre d'ouvertures inconnues aux observateurs.

Le Barom. devroit monter par la chaleur, & il arrive le contraire.

L'expérience prouve encore de diverses manières, que le principe de M. *Bernoulli* n'est pas fondé. Suivant ce principe, la hauteur du Baromètre devroit être plus grande en été qu'en hiver ; mais certainement tous ceux qui observent le Baromètre conviendront que ce n'est pas là ce qu'ils ont remarqué.

Il suit aussi de ce principe que la plus grande hauteur du mercure devroit ordinairement correspondre chaque jour au moment où la chaleur est la plus grande. Or, j'ai constamment observé que ce rapport est précisément contraire dans les Baromètres de la plaine, qui cependant sont le plus immédiatement soumis à tout ce qui peut augmenter ou diminuer le volume & le ressort de l'air (528 & 596).

220. Il est vrai que M. *Bernoulli* a pour principe fondamental dans son hypothèse, que les effets de toutes les causes qui agissent dans les différentes parties de l'atmosphère se communiquent promptement par-tout; en sorte que la hauteur du mercure dans chaque Baromètre, étant l'effet combiné de toutes ces causes, doit être égale dans toute l'étendue de chaque couche sphérique autour de la terre; & que par conséquent elle ne peut être proportionnelle aux changemens que l'air éprouve dans chaque pays pris séparément. Mais ce principe même est encore opposé à l'expérience; car il suppose que les variations du Baromètre n'ont pas un rapport sensible avec la chaleur locale : ce rapport a lieu cependant, comme on vient de le voir, & il est opposé à celui qu'exigeroit l'hypothèse de M. *Bernoulli*. Ce principe suppose aussi que les variations du Baromètre sont toujours égales & semblables par-tout; & cependant j'ai trouvé le contraire par des observations que j'ai faites à Turin, correspondantes avec d'autres observations qu'on faisoit en même temps à Genève & à Gènes (644 & 648).

Réponse de M *Bernoulli* examinée.

Son hypothèse n'ind que pas la liaison des changemens de *temps* avec les variat. du Bar.

221. Enfin M. *Bernoulli* ne dit point comment les condensations & les dilatations de l'air renfermé dans les entrailles de la terre, en produisant, suivant lui, la descente & l'ascension du mercure dans le Baromètre, occasionnent, pour l'ordinaire, la pluie & la sérénité de l'air ; c'est-là cependant une partie très-essentielle du problême. Sans doute que M. *Bernoulli* n'a point porté ses vues de ce côté-là ; & c'est vraisemblablement la raison pour laquelle il n'a pas apperçu que son hypothèse n'est pas bien fondée. Car il n'y a point de raison suffisante de la chûte des vapeurs, dans une diminution de hauteur de l'atmosphère qui seroit produite par la condensation de l'air renfermé dans l'intérieur du globe ; & on ne voit pas mieux pourquoi l'air extérieur devroit être plus serein, quand son volume seroit augmenté par la sortie de l'air intérieur.

Hypothèse de M. Muschenbroeck.

M. *Muschenbroeck* admet presque toutes les hypothèses sur ce sujet.

222. M. *Muschenbroeck*, qui connoissoit la plupart des hypothèses que j'ai rassemblées dans ce Chapitre, ayant remarqué, sans doute, qu'elles étoient insuffisantes en les considérant chacune séparément, a cru que leur réunion expliqueroit plus heureusement les phénomènes ; en ce sens, il les admet toutes, excepté celle de M. *Leibnitz* : on peut voir ce systême combiné dans ses *Essais de Physique* (1). Mais

(1) Traduction de M. Massuet, Leyde 1751, tom. II, pag. 622 à 625, & 733 à 732.

en prouvant que la plupart de ces causes sont incompatibles entr'elles, & avec les phénomènes, j'ai prouvé d'avance que leur assemblage ne peut faire un systême solide.

D'ailleurs, quand il faut un grand concours de circonstances pour produire un effet sensible; cet effet doit être rare : or, les variations du Baromètre sont très-fréquentes; ce qui suppose naturellement qu'elles sont dûes à une cause principale & assez puissante pour agir seule ordinairement. Cela n'empêche pas cependant que les autres causes particulières, dont l'existence est prouvée, ne puissent concourir avec celle-là, ou modifier ses effets dans quelques circonstances. Un systême ainsi fabriqué ne peut être solide.

223. Je finirai ce Chapitre par quelques remarques générales sur les hypothèses qui en ont fait le sujet. On a vu dans plusieurs de ces hypothèses des causes réelles, ou très-vraisemblables, de changement dans le poids de l'air; savoir : L'augmentation de l'atmosphère par l'introduction des vapeurs, & sa diminution par leur chûte (1) : Les variations de la chaleur (2) : Les changemens de pesanteur spécifique de l'air (3) : L'accumulation ou la CONCLUSION DE CE CHAPITRE. Causes réelles de changement dans le poids de l'air :

(1) *Pascal* (115), *Beal* (117), *Wallis* (118), *Garcin* (119).

(2) *Perrier* (116), *Garden* (126), *Halley* (131), *Le Cat* (147), *de Mairan* (194).

(3) *Garden* (121).

dispersion de l'air produites par des vents contraires (1). J'ai fait voir que toutes ces causes, quoique réelles, ne suffisent pas pour expliquer les phénomènes : il paroît même que cette insuffisance a été reconnue par la plupart des Physiciens qui ont écrit sur cette matière ; car les uns n'ont point fait mention de ces causes, & d'autres ont entrepris de suppléer au défaut de ces premières par d'autres causes, que j'ai montré ne pas exister, ou ne pas produire les effets qu'on leur attribue.

Elles sont insuffisantes.

Causes supposées, sans fondement.

Voici les principales de ces causes supposées : La différence de pression verticale de l'air en mouvement ou en repos (2) : Des variations dans l'élasticité de l'air, auxquelles on prétend que la hauteur du Baromètre est directement proportionnelle (3) : Des contractions & dilatations dans le mercure même (4) : Des vibrations produites dans les particules d'air par les vents (5) : Le transport de l'air du Sud au nord, & du nord au sud (6) : L'inclinaison, plus ou moins grande, des vents, par rapport à la surface de la terre (7) : Le choc des vapeurs contre l'air, quand elles montent, & la cessation de ce choc quand elles sont en repos (8).

(1) *Halley* (131).
(2) *Wallis* (127), *Halley* (131), *de Mairan* (193).
(3) *Wallis* (127), divers Physiciens (216).
(4) *Wallis* (127), *Lister* (128).
(5) *Gersten* (123).
(6) *De la Hyre* (136), *de Mairan* (198).
(7) *Mariote* (142).
(8) *Woodward* (151), *Hamberger* (209).

La diminution du poids de l'air quand la pluie tombe (1) : Une agitation occasionnée dans l'air par les vapeurs (2) : Enfin, l'augmentation de l'atmosphère produite par la sortie de l'air renfermé dans les entrailles de la terre, & sa diminution dans le cas opposé (3). J'ai fait voir qu'aucune de ces causes n'entre pour rien de sensible dans les variations du Baromètre.

Faut-il donc chercher quelqu'autre cause de variation dans le poids de l'air, différente de toutes celles qu'on a découvertes jusqu'à présent, & assez puissante pour produire les effets qu'on n'a point encore expliqués ? J'ai peine à le croire ; il me semble du moins qu'il est peu probable qu'elle ait échappé aux recherches assidues de tant de Physiciens attentifs & pénétrans ; & il me paroît plus naturel de supposer que cette cause est connue, mais qu'on ne lui a pas encore assigné ses vrais effets. Je vais expliquer mon idée.

La cause principale des variations du Baromètre est vraisemblablement connue;

Mais on ne lui a pas assigné ses vrais effets:

De tous les phénomènes de ce genre, celui qu'il faut expliquer principalement, c'est la correspondance ordinaire du *mauvais temps* avec l'abbaissement du mercure dans le Baromètre, & celle du *beau temps* avec la variation opposée. Dans le *mauvais temps*, l'air est mêlé de vapeurs ; il pleut : dans le *beau temps*, l'air est serein & sec. La présence ou l'absence des vapeurs est donc une des circonstances essen-

Phénomène principal.

Les vapeurs font cette cause connue.

(1) *Leibnitz* (169).
(2) *De Mairan* (200).
(3) *Bernoulli* (218).

tielles dans les variations du Baromètre : la plupart des Physiciens l'ont reconnu, & nous voyons qu'ils ont cherché, par diverses routes à expliquer comment les vapeurs influent sur le poids de l'air. On peut réduire à trois classes leurs hypothèses sur ce point. Je range dans la première classe, les hypothèses dans lesquelles on attribue de diverses manières la plus grande hauteur du mercure à l'abondance des vapeurs ; celles-ci sont absolument opposées aux prédictions du Baromètre. Je mets dans la seconde classe l'hypothèse de M. *Garden*, par exemple (121), qui attribue les variations du Baromètre aux changemens de pesanteur spécifique de l'air ; dans cette hypothèse, l'ascension & la chûte des vapeurs ne sont pas des causes, relativement aux variations du Baromètre : ce sont des effets produits, comme ces variations, par les changemens de pesanteur spécifique de l'air. Cette hypothèse est très-spécieuse, cependant j'ai fait voir, en l'examinant, qu'elle est contraire à ce que nous observons dans la correspondance ordinaire des différens dégrés de transparence de l'air avec les diverses hauteurs du mercure, & qu'elle ne fait que reculer la difficulté, parce qu'on n'y voit pas des causes démontrées de ces changemens de pesanteur spécifique. Je mets enfin dans la troisième classe, l'hypothèse de M. *de Mairan* (200), qui me paroît avoir beaucoup approché du vrai dans sa façon d'envisager l'effet des vapeurs, en les considérant comme une des causes immédiates de l'abbaissement du mercure : mais la manière dont il

Diverses manieres de les considérer, plus ou moins défectueuses.

explique la diminution de *pesanteur relative* de l'air, qu'il leur attribue, ne m'a pas paru fondée.

Voici un autre point de vue sous lequel on peut considérer l'effet des vapeurs; je me contenterai de l'indiquer ici, sans en donner encore les explications ni les preuves. Je crois donc que l'introduction des vapeurs dans l'air produit une diminution dans la pesanteur spécifique de ce fluide, & conséquemment dans le poids absolu des colonnes de l'atmosphère, qui, malgré ce mélange, reste d'une hauteur égale à celle des colonnes d'air pur. En admettant ce principe, tout s'explique avec la plus grande facilité; car le mercure doit s'élever dans le Baromètre quand l'air devient sec & serein, puisqu'alors son poids augmente : l'abbaissement du mercure doit, au contraire, présager la pluie, puisqu'elle est produite par les vapeurs qui en même temps diminuent le poids de l'air : & il n'est pas difficile de découvrir les causes des exceptions & des modifications que souffre cette cause générale. C'est-là ce qui m'a paru résulter des observations que je fais depuis long-temps sur le Baromètre; elles m'ont aussi conduit à une explication générale de tous les phénomènes qui sont liés aux variations de cet instrument. J'exposerois ici mon systême à cet égard, si je ne croyois plus convenable de le faire précéder du détail de mes expériences.

Nouvelle manière de concevoir l'effet des vapeurs sur le poids de l'air.

Elle paroît propre à expliquer les principaux phénomènes.

CHAPITRE IV.

Histoire des tentatives qu'on a faites en divers temps, pour mesurer les Hauteurs par le Baromètre.

La mesure des hauteurs par le Bar. parut d'abord très-facile.

224. QUOIQUE l'usage du Baromètre pour mesurer les hauteurs ne soit pas aussi général que celui d'en tirer des présages pour les changemens de l'air, dont j'ai parlé dans le Chapitre précédent, il n'a pas moins intéressé les Physiciens; on peut dire même, qu'ils l'ont regardé comme plus essentiel à la Physique, à cause du grand nombre de conséquences qui en découlent: c'est aussi l'objet dont je me suis principalement occupé. Lorsqu'on eut la première idée de cette méthode, on crut que son exécution seroit aisée; & il étoit assez naturel de l'espérer; car le mercure s'abbaissant dans le Baromètre à mesure qu'on passoit dans des lieux plus élevés, il suffisoit de trouver le rapport de ces deux changemens, pour conclurre l'un des deux par la connoissance de l'autre.

Mais on éprouva bientôt de grandes difficultés.

Mais dès qu'on voulut réduire la théorie en pratique, les difficultés se présentèrent en foule; & plus on a travaillé sur cet objet, moins on a espéré d'y réussir. C'est ce qu'on verra par le recueil que je vais donner des principales tentatives qu'on a faites sur cette matière.

Recherches de PASCAL.

225. Il faut toujours remonter à *Pascal*, quand on cherche l'origine des observations du Baromètre : c'est à lui que nous devons encore la première idée de l'usage de cet instrument pour mesurer les hauteurs. On a vu précédemment quel fut son but dans les expériences qu'il chargea M. *Perrier* de faire sur le *Puy-de-Dome*; mais j'ai différé jusqu'ici de rapporter leur résultat. *Pascal* fit les premières tentatives.

226. Je dois dire ici que *Descartes* s'attribue la première idée de cette expérience, dans une lettre, écrite le 11 Juin 1649, à M. *de Cascavi*, pour lui en demander le succès. Il se plaint de ce que *Pascal* ne l'a pas informé lui-même de sa tentative sur les montagnes d'Auvergne, dont il prétend lui avoir fourni l'idée deux ans auparavant ; en l'assurant d'avance, que le mercure baisseroit dans le Baromètre à mesure qu'on s'élèveroit sur une montagne. *Descartes* attribue ce silence de *Pascal* aux liaisons de celui-ci avec M. de *Roberval*, son antagoniste (1). *Descartes s'en attribue l'idée.*

227. Quoi qu'il en soit, M. *Perrier* fit, le 19 Septembre 1648, les observations que M. *Pascal* l'avoit prié de faire (2); il les com- Observ. du Baromètre au *Puy-de-Dome* par M. *Perrier*.

(1) *Renati Descartes Epistolæ*, &c. Amst. 1682, pars III, Epist. LXVII; & tom. III, Lettre LXXV de l'édition de M. *Clerselier*, Paris 1667.

(2) *Traités de l'équilibre des liqueurs & de la pesanteur de la masse de l'air*, Paris 1698, page 179.

mença au *jardin des Minimes*, qui est le plus bas lieu de la ville de *Clermont*, & il trouva que le mercure se soutenoit à ... 26 p^ces 3 lig. ½.

Il monta au sommet du *Puy-de-Dome*, & le mercure descendit à	23 2
Il estima la hauteur de la montagne environ 500 toises. Pour ce changement d'élévation, le mercure baissa donc de	3 p^ces 1 lig. ½.

M. *Perrier* fit encore une observation sur le penchant de la montagne, dans un lieu nommé *Lafon-de-l'arbre*, qu'il estima être élevé d'environ 150 toises sur le *jardin des Minimes*; le mercure se tint à 25 pouces dans ce lieu-là.

A Notre-Dame de Clermont.

Charmé de ces premières expériences, M. *Perrier* voulut les répéter à une moindre hauteur, pour connoître juqu'à quel dégré l'abbaissement du mercure pouvoit être sensible. Il mesura pour cet effet la tour de *Notre-Dame* de *Clermont*, qu'il trouva haute de 20 toises: il observa le Baromètre, & il le trouva, au

pied de la tour, à	26 p^ces 3 lig.
Au donjon.	26 1 lig.
Il y eut donc, pour 20 toises de hauteur, une différence de . .	2 lig.

De Pascal, sur une tour de Paris.

228. *Pascal* éprouva lui-même que l'abbaissement du mercure dans le Baromètre étoit sensible pour de petites hauteurs; car ayant fait la même expérience à la tour de *Saint Jacques-*

de-la-Boucherie à *Paris*, haute d'environ 24 toises, le mercure baissa d'un peu plus de 2 lignes dans le Baromètre transporté du pied au haut de la tour (1).

229. Ces expériences prouvèrent d'abord à *Pascal*, que *l'air est pesant* : cette conséquence étoit immédiate, & n'avoit besoin d'aucune autre preuve pour être admise sans contestation raisonnable. Il vit aussi qu'on en pouvoit tirer d'autres usages, & premièrement celui de *juger de combien un lieu est plus élevé que l'autre ; ce qui est*, dit-il (2), *un moyen de niveller les lieux, quelqu'éloignés qu'ils soient, assez exactement & bien facilement.* Il dit encore ailleurs (3) ; « que c'est un moyen de connoître, si deux » lieux sont en même niveau, c'est-à-dire » également distans du centre de la terre ; ou » lequel des deux est le plus élevé : si éloignés » qu'ils soient l'un de l'autre, quand même » ils seroient *Antipodes* ; ce qui seroit comme » impossible par tout autre moyen.

Il crut que cette mesure des hauteurs seroit facile.

230. On voit, par ces expressions, jusqu'à quel point *Pascal* portoit ses espérances, soit pour l'usage du Baromètre à cet égard, soit pour la facilité de l'employer. Cependant il connoissoit déjà une des causes des difficultés qu'on a trouvées dans la suite, savoir la dilatabilité de l'air. Il compare ce fluide à un amas de laine, dont les parties inférieures

Il connoissoit cependant la dilatabilité de l'air.

Il compare ce fluide à un amas de laine.

(1) Ibid. pag. 188.
(2) Ibid. pag. 114.
(3) Ibid. pag. 189.

doivent être plus pressées que les supérieures ; &, « comme il arriveroit, dit-il (1), en cette » masse de laine, que, si l'on prenoit une » poignée de celle qui est dans le fond, dans » l'état pressé où on la trouve, & qu'on la por- » tât, en la tenant toujours pressée de la même » sorte, au milieu de cette masse, elle s'élar- » giroit d'elle-même, étant plus proche du » haut, parce qu'elle auroit une moindre » quantité de laine à supporter dans ce lieu-là ; » ainsi si l'on portoit de l'air, tel qu'il est ici- » bas, & comprimé comme il y est, sur le » sommet d'une montagne par quelque artifice » que ce soit, il devroit s'élargir lui-même, » & devenir en même état que celui qui l'en- » vironneroit sur la montagne, parce qu'il » seroit chargé de moins d'air en cet endroit » là qu'il n'étoit en-bas ».

Un ballon flasque s'enfle quand on le porte sur une montagne.

231. Ce n'étoit point par une simple conjecture que *Pascal* parloit ainsi de la dilatabilité de l'air ; car après avoir exposé toutes les conséquences qui découloient de la vérité de sa proposition, il finit ainsi : « Mais c'est trop » différer ; il faut dire en un mot que l'épreuve » en a été faite, & qu'elle a réussi en cette » sorte. Si l'on prend un ballon à demi plein » d'air, flasque & mou, & qu'on le porte au » bout d'un fil sur une montagne haute de » 500 toises, il arrivera qu'à mesure qu'on » montera, il s'enflera de lui-même ; & quand

(1) Ibid. pag. 49.

il

» il sera en haut, il sera tout plein & gonflé
» comme si on y avoit soufflé de l'air nou-
» veau; & en redescendant il s'applatira peu-
» à-peu par les mêmes dégrés; de sorte qu'étant
» arrivé en-bas, il sera revenu en son pre-
» mier état ».

Voilà des progrès bien rapides, produits par un génie fécond, secondé par le loisir & par les secours nécessaires; & quand on lit ce petit ouvrage de *Pascal*, tout semble annoncer qu'on verra les découvertes sur cette matière portées fort loin dès leur origine: mais il abandonnera la physique pour se livrer à la théologie & à la morale, laissant à ses contemporains & à ses successeurs le soin de perfectionner ce qu'il avoit si bien commencé.

Expériences & découvertes de BOYLE.

232. Dès que les expériences de *Pascal* sur le poids de l'air furent répandues en Europe, elles attirèrent l'attention des savans & les excitèrent à de nouvelles recherches, soit à l'égard du principe, soit relativement aux conséquences qui en découlent. La hauteur de l'atmosphère fut la première de ces conséquences. Les Astronomes virent d'abord qu'il étoit très-utile de pouvoir détreminer cette hauteur, & le fameux *Képler* lui-même en fit l'objet de ses recherches; mais ignorant sans doute une partie des expériences de *Pascal*, qui auroient pu le diriger, il donna dans un écart considérable: car ayant cherché par des expériences, apparemment bien

Képler estima le premier la hauteur totale de l'atmosph.

Il se trompa beaucoup dans son estimation.

mal faites, le rapport des pesanteurs spécifiques du mercure & de l'air, il borna la hauteur de l'atmosphère à deux ou trois milles anglois, & il fut suivi dans son évaluation par divers Philosophes.

Boyle entreprit cette recherche.

233. *Boyle* ne tarda pas à redresser cette erreur : ce Savant illustre, à qui la physique expérimentale doit ses plus belles expériences sur le ressort de l'air, traça bientôt la route qu'on devoit suivre. La carrière qu'il ouvrit étoit si difficile, qu'on ne doit pas s'attendre à trouver beaucoup d'exactitude dans ses premiers pas. Cependant, comme la marche de l'esprit humain dans les découvertes est toujours intéressante, j'espere qu'on se retracera avec plaisir ces premières tentatives, d'autant plus qu'il s'agit d'un objet qu'un grand nombre de Physiciens célèbres ont trouvé digne d'attention.

Il reconnut l'erreur de Képler.

234. Le mercure est soutenu dans le Barométre par le poids d'une colonne d'air qui s'étend jusqu'au haut de l'atmosphère, & dont la base est égale à celle de la colonne de mercure. Ce principe posé, on en tira d'abord cette conséquence, qu'en trouvant le rapport des pesanteurs spécifiques de ces deux fluides, on connoîtroit celui de leurs hauteurs ; on entreprit aussi cette recherche en comparant les pesanteurs spécifiques de l'air & de l'eau, & celle de l'eau & du mercure. *Boyle* ayant réfléchi sur cette matière, découvrit des erreurs essentielles, & dans le raisonnement, & dans les expériences qui en furent la suite. On trouve

ses réfléxions & ses propres expériences dans un ouvrage qu'il dédia en 1659, à M. *de Dungarvan*, son neveu; il a pour titre: *Nova Experimenta Physico-mechanica de vi aëris elasticâ & ejus effectibus* (1).

235. Pour prouver les écarts qu'on avoit faits dans la fixation du rapport des pesanteurs spécifiques de l'eau & de l'air, *Boyle* dit, que *Galilée* l'avoit déterminé de 1 à 400, tandis que *Riccioli* prétendoit l'avoir trouvé de 1 à 10 mille, en employant une vessie pour ses expériences. *Boyle* remarque que l'imperfection des moyens étoit cause de cet écart énorme, & il rapporte à ce sujet, qu'en employant une vessie mince, pesée d'abord aussi vuide d'air qu'il lui fut possible, ensuite pleine d'air, & enfin pleine d'eau, il avoit trouvé le rapport des pesanteurs spécifiques de ces deux fluides comme 1 à 7600.

Ecart de *Galilée* & de *Riccioli* dans le rapport des pes. spéc. de l'air & de l'eau.

236. Pour éviter les erreurs que la dilatabilité des vessies occasionnoit dans ces expériences, *Boyle* se servit d'une éolipile, qu'il pesa d'abord pendant qu'elle étoit rouge, & qu'ainsi l'action du feu en avoit presqu'entièrement chassé l'air: il la pesa ensuite pleine d'air, quand elle fut refroidie, & enfin pleine d'eau: & comparant les augmentations de poids qu'avoit reçu l'éolipile par l'introduction de ces deux fluides, il trouva le rapport de leurs pesanteurs spécifi-

Expériences de *Boyle* pour fixer ce rapport;

(1) Ce Traité est joint au Recueil des ouvrages de *Boyle*, imprimé à *Genève* en 1677.

ques comme 1 à 938, qu'il changea pour la commodité, dans celui de 1 à 1000.

Et celui des pes. spec. de l'eau & du mercure.

237. *Verulam* avoit estimé le rapport des pesanteurs spécifiques du mercure & de l'eau, comme 17 à 1; mais *Boyle* apportant une plus grande exactitude dans ses opérations, trouva que cette estime n'étoit pas juste. Il employa d'abord un siphon renversé, dont l'une des branches contenoit de l'eau, & l'autre du mercure; & prenant la raison inverse des hauteurs, il trouva que celle des poids étoit comme 13 $\frac{92}{111}$ à 1. Il pesa ensuite de l'eau & du mercure dans une boule de verre, dont l'orifice étoit fort étroit, & il trouva le rapport des poids comme 13 $\frac{19}{28}$ à 1.

Il résulte de la combinaison de ces rapports, que celui de l'air au mercure est comme 1 à 14000.

238. En combinant ce rapport avec celui de l'eau à l'air, & prenant des nombres ronds, il trouva enfin que la pesanteur spécifique du mercure étoit à celle de l'air comme 1 à 14000. Cette fixation n'est pas exacte, comme je le prouverai dans la suite (787); l'air inférieur est plus pesant que *Boyle* ne le trouvoit: son erreur venoit sans doute de ce qu'il négligeoit le poids de l'air qui restoit dans l'éolipile rouge, & en général de ce qu'il est bien difficile de peser exactement une si petite quantité d'air.

L'air inférieur est plus dense que n'indique ce rapport.

S'il étoit juste, & que l'air fût par-tout également dense, l'atm. auroit 35000 pieds de haut.

Mais l'air est élastique.

239. En partant de ce rapport des pesanteurs spécifiques de l'air & du mercure, & de la hauteur du mercure dans le Baromètre, *Boyle* trouva, qu'en supposant l'atmosphère également dense, sa hauteur seroit au moins de 35000 pieds; cette hauteur est déjà plus que double de celle que *Képler* avoit estimée.

Mais *Boyle* ne se borna pas là ; il vit bientôt que la dilatabilité de l'air devoit donner à l'atmosphère une étendue beaucoup plus grande ; & il souhaita dès lors qu'on pût faire des expériences au sommet, au pied & dans des parties intermédiaires de quelque haute montagne, pour déterminer quelle est *la proportion dans laquelle l'air se dilate à mesure qu'il est déchargé.*

Objections de *Linus* contre l'élasticité de l'air.

240. Les objections contribuent souvent à accélérer le développement des idées ; c'est ce qu'éprouva *Boyle*, & qui lui fournit les moyens de connoître le premier la loi des condensations de l'air, sans le secours des observations du Baromètre sur les montagnes. Toutes les expériences faites par ce Savant illustre dans sa machine du vuide, n'avoient pu convaincre les zélés partisans de la loi de *continuité.* On écrivit contre les principes qu'il vouloit établir d'après ses expériences ; & *François Linus*, entr'autres, prétendit, qu'à supposer quelque vertu élastique dans l'air, elle ne pouvoit jamais suffire pour résister à la pression de 28 pouces de mercure suspendu dans le Baromètre. *Boyle* pouvoit détruire cette objection par un grand nombre d'expériences qu'il avoit déjà publiées ; cependant il en préféra une nouvelle, où l'air agit directement par son ressort : voici quelle fut cette expérience (1).

Expérience de *Boyle*, qui la démontre.

241. Il prit un tube courbé, à branches iné-

(1) *Boylii defensio contra Franciscum Linum*, pag. 41. Cette pièce est jointe à la collection des ouvrages de *Boyle*, imprimée à *Genève* en 1677.

gales & parallèles; la plus courte de ces branches avoit douze pouces anglois de longueur; elle étoit cylindrique, & scellée hermétiquement; la plus longue branche étoit ouverte par le haut, elle avoit plusieurs pieds de longueur. Ce tube étant placé verticalement, il introduisit un peu de mercure par le haut de la grande branche, pour remplir le fond de la courbure & fermer ainsi la communication de l'air extérieur avec celui qui restoit dans la petite branche, sans comprimer ce dernier. Il versa ensuite du mercure dans la grande branche, jusqu'à ce que l'espace occupé d'abord par l'air contenu dans la petite fût réduit à la moitié; cela fait, il trouva que le mercure s'étoit élevé de 29 pouces de plus dans la grande branche que dans la petite.

Boyle trouva la loi des condensations de l'air sans la chercher.

242. *Boyle* prouva par cette expérience, à son adversaire, que le seul ressort de l'air étoit capable de soutenir, non-seulement 29 pouces de mercure, mais beaucoup au-delà, puisqu'après avoir rempli de mercure la grande branche du tube, l'air renfermé dans la petite branche n'étoit pas totalement comprimé. Satisfait de cette conséquence, *Boyle* ne vit pas d'abord que la même expérience lui offroit la loi des condensations de l'air. Mais un de ses disciples, nommé *Richard Townley*, moins occupé de la dispute que de ce qui se passoit sous ses yeux, remarqua, *que la force élastique de l'air étoit en raison inverse de l'espace qu'il occupoit.* *Boyle* convient avec plaisir qu'il doit cette découverte à son disciple.

Richard Townley, son disciple la découvrit.

243. Pour démontrer cette loi d'une manière sensible, *Boyle* fait observer, qu'au commencement de l'expérience, l'air renfermé dans la petite branche, étant au même dégré de condensation que l'air extérieur, soutenoit le poids de l'atmosphère, équivalant à 29 pouces de mercure; que cet air étant réduit à la moitié de l'espace qu'il occupoit d'abord, soutenoit en même temps un poids double, puisqu'au poids de l'atmosphère toujours existant, il falloit ajouter celui de 29 pouces de mercure, qui s'étoient élevés dans la grande branche de plus que dans la petite. Ainsi *la condensation étoit proportionnelle au poids*; ou, ce qui revient au même, la force élastique de l'air avoit augmenté en raison inverse de la diminution de l'espace qu'il occupoit. Démonstration.

Boyle répéta plusieurs fois cette expérience, en augmentant successivement la quantité du mercure, & il trouva toujours, *que l'excès de hauteur du mercure dans la grande branche, joint au poids de l'atmosphère, étoit à ce dernier poids, comme l'espace occupé par l'air avant l'expérience, étoit à celui dans lequel il se trouvoit condensé.*

244. Puisque les condensations de l'air suivent la raison des poids qui le compriment, les dilatations doivent être en raison inverse de ces poids: c'est ce que *Boyle* prouva par une autre expérience. Il remplit de mercure un tube de 6 pieds de longueur, scellé par un bout, & dont la capacité étoit fort grande: il plongea dans ce mercure un autre tube ouvert par les Expérience de *Boyle* sur les dilatations de l'air.

deux bouts, à-peu-près de même longueur que le premier, mais beaucoup moins large; il avoit collé ſur toute la longueur de ce ſecond tube une bande de papier diviſée *en doigts & huitiemes de doigt.* Le mercure contenu dans le grand tube entroit dans le petit par l'orifice inférieur de celui-ci, & ſe mettoit à-peu-près au même niveau dans l'un & dans l'autre. En uſant de quelques précautions, *Boyle* ferma avec de la cire l'orifice ſupérieur du tube étroit; de telle ſorte qu'il reſta au-deſſus du mercure un eſpace d'un doigt rempli d'air condenſé au même dégré que l'air extérieur; celui-ci étoit alors chargé d'un poids équivalant à 29 pouces ¾ de mercure, ſuivant ce qu'indiquoit le Baromètre. En tirant verticalement le tube étroit hors du tube large, l'air que renfermoit le premier à ſon ſommet ſe dilata, mais en même temps une colonne de mercure *s'éleva au-deſſous* de cet air dilaté, à cauſe du poids de l'atmoſphère, qui peſoit ſur la ſurface du mercure dans le grand tube. Quand l'air renfermé occupa un eſpace de deux *doigts*, *Boyle* meſura cette colonne de mercure, & il trouva qu'elle étoit ſenſiblement la moitié de celle qui étoit ſoutenue dans le Baromètre. Ainſi la moitié du poids de l'atmoſphère étant contrebalancée par la colonne du mercure qui s'étoit élevée au-deſſous de l'air dilaté dans le tube étroit, cet air n'étoit plus comprimé que par l'autre moitié du poids de l'atmoſphère; & puiſqu'il occupoit alors un eſpace double, il s'étoit dilaté proportionnellement à la diminution du poids qui le

comprimoit avant l'expérience. Quand l'espace occupé par l'air renfermé fut de quatre doigts, la colonne de mercure qui le suivoit se trouva être les trois quarts de celle du Baromètre. L'atmosphère n'agissoit donc plus que par le quart de son poids contre l'air renfermé, qui occupoit alors un espace quadruple. *Boyle* continua l'expérience, jusqu'à faire occuper à l'air renfermé un espace de trente-deux *doigts ; & ses dilatations suivirent toujours sensiblement la raison inverse des poids qui le comprimoient*, c'est-à-dire, des portions du poids de l'atmosphère qui n'étoient pas contrebalancées par la colonne de mercure qui s'élevoit dans le tube étroit, au-dessous de l'air renfermé.

245. C'est donc à *Boyle* & à son disciple que nous devons la découverte de cette première loi (1), qu'on a cherché dans la suite à appliquer aux dilatations de l'air dans l'atmosphère. Occupé du nombre prodigieux de phénomènes que sa machine pneumatique lui offroit sans cesse, *Boyle* ne tourna pas ses vues de ce côté-là ; ce fut *Mariotte*, qui, peu de temps après, entreprit d'appliquer cette loi à la mesure des hauteurs par le Baromètre : c'est cette première tentative que je vais maintenant exposer.

Boyle ne fit pas des expériences sur l'air libre.

---

(1) Voici comment s'exprime *Boyle* en parlant de cette Expérience ..... « Sed cum accuratum hujusce » modi experimentum magni futurum esset ad Doctrinam » elaterii aëris momentum, *necdùm ab ullo* (*quod sciam*) » *fuerit factum*, &c. » *Boylii defensio contra Franciscum Linum*, pag. 43.

Expériences & Règles de M. Mariotte.

M. *Mariotte* decouvrit aussi la loi des dilatations de l'air.

246. M. *Mariotte* publia en 1676 un ouvrage sur la nature de l'air, qui, pour le temps où il fut composé, peut être regardé comme excellent. En rapportant ses expériences sur la condensation de l'air, *Mariotte* ne fait point mention de celles de *Boyle*; sans doute qu'il les ignoroit: du moins ce qu'on découvre de son génie à d'autres égards, conduit à croire qu'il ne les fit pas par imitation. La méthode qu'il employa pour mesurer les dilatations de l'air, est d'une exécution plus aisée que celle de *Boyle*; &, quoique le résultat soit le même, je ne laisserai pas d'indiquer la méthode de M. *Mariotte*, parce qu'elle a été généralement adoptée.

Moyen dont il se servit pour la démontrer.

247. M. *Mariotte* prit un tube de verre de 40 pouces, scellé par un bout, dans lequel il mit 27 $\frac{1}{2}$ pouces de mercure; il y resta par conséquent 12 $\frac{1}{2}$ pouces d'air condensé au même dégré que l'air extérieur: il prit un vâse plein de mercure, dans lequel il plongea verticalement le tube par son bout ouvert, qu'il enfonça d'un pouce; il n'en resta donc que 39 pouces hors du mercure. L'air monta d'abord au sommet du tube, le mercure, qui lui cédoit la place, descendit, & il n'en resta que 14 pouces suspendus au-dessus de la surface de celui qui étoit contenu dans le vâse. Pendant l'expérience, le poids de l'atmosphère soutenoit 28 pouces de mercure dans le Baromètre. La moi-

tié de ce poids étoit contrebalancée par les 14 pouces de mercure qui étoient restés suspendus dans le tube de 39 pouces. Ainsi l'air renfermé au haut de ce tube n'étoit plus comprimé que par la moitié du poids de l'atmosphère ; mais cet air occupoit alors 25 pouces, c'est-à-dire un espace double de celui qu'il occupoit lorsqu'il étoit chargé de tout le poids de l'atmosphère : *sa dilatation étoit donc proportionnelle à la diminution du poids dont il étoit chargé auparavant.*

M. *Mariotte* répéta plusieurs fois cette expérience, avec diverses combinaisons de mercure & d'air dans le même tube, & il trouva toujours, *que l'espace occupé par l'air dilaté au haut du tube, étoit à l'espace qu'il occupoit auparavant, comme 28 pouces ; qui représentoient le poids total de l'Atmosphère, étoient à 28 pouces moins la hauteur du mercure qui restoit suspendu dans le tube.*

Cette loi s'exerce dans tous les climats & à toute hauteur.

248. Cette loi a eté généralement admise par les Physiciens, parce que l'expérience l'a toujours confirmée, non-seulement dans nos climats & dans les plaines, mais encore dans toutes les parties du monde & à toute hauteur. Voici ce que dit M. *Bouguer* à ce sujet (1) : « Nous avons fait cette expérience un très-grand » nombre de fois, soit en commun, soit en » particulier, dans le voyage du Pérou ; nous » étions tous ensemble lorsque nous la fîmes » à la Martinique. Nous la répétâmes, M. *de la*

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1753.

Exp. de MM. *de la Condamine* & *Bouguer*, en Amérique.

» *Condamine* & moi, sur le Morne de S. Louis, » dans l'Isle de Saint-Domingue; nous l'avons » faite au bord de la mer du Sud, & en divers » endroits au haut de la Cordilière du Pérou, » nommément sur le sommet pierreux de » *Pitchincha*, montagne adjacente à Quito, » dont la hauteur verticale est 2434 toises, » & où le mercure dans le Baromètre ne se » soutenoit qu'à 15 pouces 11 lignes. J'ai » toujours trouvé, sans aucune exception, » que les élasticités de la même masse d'air » suivoient exactement le rapport de ses den» sités ».

Ces expériences lèvent les doutes qu'avoient jetté sur cette matière celles que le Père *de Bèse* avoit faites à *Malaque*, rapportées par M. *Maraldi*, dans les *Mém.* de 1709. Il sembloit résulter de ces expériences, que, près de l'équateur, les dilatations de l'air étoient beaucoup moindres qu'elles ne devoient être pour suivre la raison réciproque des poids dont il étoit chargé.

Cette loi ne peut être rigoureusement exacte dans les extrêmes.

249. La loi découverte par *Boyle* & *Mariotte* ne peut cependant être rigoureusement exacte: on conçoit bien que, si l'air étoit comprimé au point que ses parties reposassent les unes sur les autres, on augmenteroit en vain le poids dont on l'auroit chargé; la condensation n'augmenteroit plus. On commence même à découvrir quelque altération à la règle générale, quand l'air n'occupe plus que la quatrième partie de son volume primitif; mais comme on n'a jamais découvert d'exception sensible dans tous les

Mais elle l'est sensiblement dans les dégrés moyens.

dégrés de dilatation & de condensation correspondans à ceux que l'air libre éprouve dans l'atmosphère, on peut, sans aucune conséquence, négliger l'effet que produisent les bornes de la compressibilité & de la dilatabilité de ce fluide, relativement aux observations du Baromètre.

250. D'après cette loi générale, M. *Mariotte* chercha d'abord quelle devoit être la hauteur totale de l'atmosphère : pour cet effet, il rassembla plusieurs observations du Baromètre, faites à de petites hauteurs, par lesquelles il trouva qu'il falloit s'élever de 60 pieds au bord de la mer, pour que le mercure baissât d'une ligne dans le Baromètre. Il raisonna ensuite de cette manière : Une colonne de 28 pouces de mercure est en équilibre avec une colonne de l'atmosphère de même bâse; on peut concevoir cette dernière divisée en 4032 parties, chacune de poids égal à celui d'un douzième de ligne de mercure, & la première de ces parties de l'atmosphère, en montant, aura 5 pieds de hauteur. La 2016e de ces parties n'étant plus chargée que de la moitié du poids de l'atmosphère, occupera un espace double, c'est-à-dire, de 10 pieds; & toutes les divisions intermédiaires croîtront proportionnellement depuis 5 pieds jusqu'à 10. *On peut donc savoir*, dit M. Mariotte, *l'augmentation de chacune de ces divisions, & leurs sommes, par les mêmes règles dont on se sert pour trouver les logarithmes.* Je ne suivrai pas son calcul dans toute son étendue; on voit assez la manière d'y procéder. En partageant successivement, par la moitié, les nombres de

M. *Mariotte* chercha par cette loi quelle devoit être la hauteur de l'atmosphère.

Il pensa le premier à l'usage des logarithmes pour calculer les abbaiss. du mercure.

tranches restantes de l'atmosphère, on trouvera que la 3024e tranche, c'est-à-dire la 1008e de la moitié supérieure, doit occuper un espace de 20 pieds; la 3528e, soit la 504e du quart restant, 40 pieds; la 3780e, 80 pieds, & ainsi de suite; d'où M. *Mariotte* conclut, en substituant, pour la commodité, des moyens proportionnels arithmétiques aux moyens proportionnels harmoniques, que, si l'air est susceptible de se raréfier 4032 fois plus qu'il ne l'est à la surface de la terre, l'atmosphère aura 15 lieues de hauteur; que, s'il se raréfie 32256 fois plus qu'ici-bas, toute son étendue sera d'environ 20 lieues; enfin, qu'elle n'auroit que 30 lieues, lors même que l'air se raréfieroit 8 millions de fois plus qu'il ne l'est dans la partie inférieure de l'atmosphère.

Il changea par commodité une progression *harmonique* en *arithmétique*.

Hauteurs de l'atm. suivant diverses hypothèses.

M. *Mariotte* appliqua sa règle à quelques expériences du Baromètre.

251. Pour confirmer la solidité de ce calcul sur la hauteur totale de l'air, M. *Mariotte* en fit l'application à deux expériences célèbres; savoir, aux premières observations du Baromètre faites sur le *Puy-de-Dome*, par M. *Perrier*, sur l'invitation de M. *Pascal*, & à celle que fit M. *Dominique Cassini* sur une montagne de Provence, haute de 1070 pieds. Mais peu certain encore du succès de sa règle, & ne pensant pas que les logarithmes vulgaires étoient proportionnels à ceux dont il avoit besoin, il préféra des approximations faciles, à l'application exacte de sa règle, qui l'auroit entraîné dans de longs calculs: c'est ce qui lui fit changer la progression harmonique en arithmétique; changement qui, peu considérable pour les pe-

tites hauteurs, cause des différences sensibles dans les grandes, comme on le verra dans la suite, (334). Pour le présent, je me bornerai à indiquer les deux formules qui résultent des principes que M. *Mariotte* regarde comme à-peu-près semblables.

Formule qui résulte de la progression arithmétique.

252. Par des observations faites avec soin à l'Observatoire de Paris, le Baromètre étant à 28 pouces, ou 336 lignes, M. *Mariotte* estima, conjointement avec MM. *Picard* & *Cassini*, qu'il falloit monter de 63 pieds pour faire baisser le mercure d'une ligne. *Les dilatations de l'air étant proportionnelles au poids dont il est chargé*, si le Baromètre étoit porté dans un lieu où la hauteur de sa colonne fût réduite à la moitié, c'est-à-dire à 14 pouces, ou 168 lignes, la couche d'air qui tiendroit en équilibre une ligne de mercure à cette hauteur, auroit une épaisseur double de celle qu'avoit la couche d'air qui produisoit le même effet dans le bas de l'atmosphère : cette couche, qui seroit la 169e, en comptant depuis le bas de l'atmosphère, auroit donc 126 pieds d'épaisseur.

En considérant les augmentations d'épaisseur des couches d'air comme étant des termes d'une progression arithmétique, on aura la différence de ces termes, en divisant la différence du 169e, comparé au premier, par le nombre des termes moins un; cette augmentation étant de 63 pieds, & le nombre des termes 169, leur différence est $\frac{63}{168} = \frac{3}{8}$ de pieds. Ainsi, par la propriété des progressions arithmétiques, l'abbaissement du Baromètre au-dessous de 28 pouces, exprimé en ligne

étant ſuppoſé $= a$, on aura la hauteur du lieu au-deſſus du niveau de la mer, en pieds de France, par cette formule $63\ a + \frac{3a}{8} \times \frac{a-1}{2}$; elle réſulte du changement de la progreſſion harmonique en arithmétique, & c'eſt de cette dernière progreſſion que M. *Mariotte* ſe ſervit pour calculer les obſervations dont j'ai parlé ci-deſſus.

Règle qui découle de la loi des condenſations de l'air.

253. Quoique cette formule découle immédiatement de la manière dont M. *Mariotte* a lui-même énoncé ſa règle, je crois qu'on doit plutôt conſidérer cette règle dans les principes de l'Auteur, que dans le changement qu'il y fit par commodité, & peut-être pour la faire mieux cadrer avec les obſervations: ces principes ſont exprimés dans l'analogie ſuivante.

Comme la hauteur obſervée du mercure eſt à 28 pouces;

Ainſi, 63 pieds, hauteur de la colonne d'air qui correſpond à une ligne de mercure, quand le Baromètre eſt à 20 pouces,

ſont à la hauteur de l'air qui correſpond à une ligne de mercure, au lieu de l'obſervation.

On pourra déterminer, par la même analogie, la hauteur des colonnes d'air intermédiaires, correſpondantes à toutes les lignes dont le mercure s'eſt abbaiſſé dans le Baromètre, en montant depuis le niveau de la mer; & la ſomme de toutes ces hauteurs donnera la hauteur totale du lieu de l'obſervation au-deſſus de ce niveau (544). Ces hauteurs intermédiaires pourront être encore déterminées *par la règle dont on ſe*

ſert

sert pour trouver les logarithmes, comme M. *Mariotte* le dit lui-même.

254. Ce célèbre Physicien n'indiquoit pas sa méthode d'une manière bien affirmative; il n'osoit même l'appliquer, à la rigueur, aux observations qu'il prenoit pour exemple. Cependant, malgré le grand nombre d'expériences qu'on a faites dès-lors, & toutes les hypothèses qu'on a imaginées pour rendre raison des phénomènes, on n'a pas porté cette matière à un beaucoup plus haut dégré de perfection. Je ferai voir, dans la suite, que plusieurs des méthodes qu'on a employées ne diffèrent entr'elles, & de celle de M. *Mariotte*, que par leur coëfficient; que chacun des inventeurs de ces méthodes avoit raison pour le cas dont il parloit; mais qu'aucun d'eux ne pouvoit donner une méthode générale.

Cette règle est aussi juste qu'aucune de celles qu'on a faites depuis.

255. M. *Mariotte* n'ayant pû faire cadrer exactement sa règle avec les observations auxquelles il entreprit de l'appliquer (251), chercha les causes de ces différences: voici ce qu'il dit à ce sujet: « Ces différences peuvent provenir de plusieurs causes; savoir, qu'on ne » prit pas exactement les hauteurs dans la montagne; qu'il y eut quelques différences de vents » pendant les différentes observations; qu'on » avoit laissé un peu d'air enfermé dans le Baromètre, qui augmentoit ou diminuoit la force » de son ressort, selon les différens dégrés de » chaleur qu'il recevoit; ou que le mouvement » qu'on donnoit au mercure en marchant, faisoit quelque changement dans les hauteurs

M. Mariotte trouva quelque diff. entre les obs. & son calcul.

Raisons qu'il en donne.

» qu'il devoit prendre; ou enfin, que la même » quantité d'air pèse un peu davantage proche » de la terre, qu'à 300 ou 400 toises plus haut; » de même que le fer, qui est éloigné de trois » ou quatre pouces de l'aimant, ne fait pas un » aussi grand effort pour se mouvoir vers lui, » que lorsqu'il n'en est qu'à un pouce.

» Si on recommençoit un jour cette obser- » vation, ajouta-t-il, il faudroit suspendre le » Baromètre en montant, de telle sorte qu'on » ne donnât que très-peu de mouvement au » mercure. Il seroit aussi nécessaire de marquer » dans la relation, les médiocres hauteurs où » s'élève le mercure des Baromètres dans le » plus bas lieu de *Clermont*, pendant toute » l'année; avec quelle exactitude on auroit ni- » velé les hauteurs des montagnes, & quel vent » auroit soufflé pendant les *observations* ».

Examen de ces raisons.

256. L'air resté dans le Baromètre, & l'inexactitude dans la mesure des hauteurs, peuvent avoir contribué à ces différences; mais il ne me paroît pas aisé de concevoir comment l'agitation que reçoit le mercure en marchant, peut avoir de l'influence sur la hauteur où il s'arrête dans le tube, quand le Baromètre est fixé; car cette agitation cesse bientôt, & le mercure doit toujours s'arrêter au point où sa colonne est en équilibre avec le poids de l'atmosphère. Il ne me paroît pas non plus qu'on doive compter ici pour quelque chose la différence de hauteur de l'air; car outre que cette différence ne peut affoiblir que très-peu sa tendance vers le centre, vu la petite élévation

des montagnes, comparativement au demi-diamètre de la terre, cette diminution de pesanteur étant commune à l'air & au mercure du Baromètre, leurs pesanteurs doivent rester proportionnelles entr'elles à toute élévation, & l'on ne pourroit appercevoir de changement dans la pesanteur de l'air, qu'en la comparant avec un ressort. Les vents n'influent pas non plus sensiblement dans ces expériences (196).

Règle de HALLEY.

257. On attribue assez généralement à *Halley* la premiere idée d'employer les logarithmes pour estimer la hauteur des lieux par l'abbaissement du mercure dans le Baromètre; cependant on a vu que M. *Mariotte* avoit eu cette idée avant lui. Il est vrai que le Physicien françois se contenta d'indiquer cette méthode sans l'employer; mais vraisemblablement il ne l'abandonna que parce qu'une progression arithmétique cadroit mieux avec les expériences auxquelles il entreprit d'appliquer ses principes sur les dilatations de l'air.

M. *Mariotte* avoit pensé avant M. *Halley* à la méthode tirée des logarithmes.

258. *Halley* ne fut pas déterminé par le même motif: ne présumant pas, sans doute, que les expériences du Baromètre fussent encore assez exactes pour servir de règle, il s'occupa presque uniquement de la théorie; & nous lui devons l'idée d'employer les tables des logarithmes dans le calcul des hauteurs de l'air. Comme j'aurai très-souvent occasion de parler de cette méthode, je crois nécessaire d'en indi-

Mais *Halley* a fait usage le premier des logarithmes vulgaires.

quer ici les principes, d'après un mémoire que *Halley* donna sur ce sujet à la Société Royale de Londres en 1685 (1).

Rapport des pes. spec. de l'air & de l'eau, suivant *Halley*.

259. « On a trouvé, dit *Halley*, par des » expériences bien faites, que la gravité spéci» fique de l'air, auprès de la surface de la terre, » est à celle de l'eau, une fois comme 1 à » 840, une autre fois comme 1 à 820, & une » troisieme fois, dans un grand vâse tenant dix » *Galons*, comme 1 à 860. Ces différences » doivent être comptées pour rien, vu la diffi» culté de l'expérience: Mais comme elles ont été » faites en été, dans un temps où l'air étoit » raréfié, & le Baromètre seulement à 29 pou» ces $\frac{3}{4}$ (2), nous pouvons admettre sans erreur » sensible, & prenant un nombre rond, que » quand le Baromètre est à 30 pouces, & dans » un état moyen de chaleur, la pesanteur » spécifique de l'air est à celle de l'eau, comme » 1 à 800.

De l'eau & du mercure.

260. » On a trouvé par d'autres expériences, » que le poids du mercure est à celui de l'eau, à » très-peu près, comme 13 $\frac{1}{2}$ à 1: de sorte que le » poids du mercure, est à celui de l'air, comme » 10800 à 1; c'est-à-dire, qu'un cylindre d'air » de 10800 pouces, ou 900 pieds, est équipon» dérant à un pouce de mercure. Il résulte de ce » rapport, que si l'air étoit par-tout d'une égale

Un pouce de mercure seroit par-tout équipond. avec 900 pieds d'air, si celui-ci n'étoit pas dilatable.

---

(1) Transf. Phil. n°. 181.

(2) Du pied Anglois, qui est au pied de France comme 144 à 153. Voyez la note du §. 264.

» densité, comme est l'eau, toute l'atmosphère » n'auroit que 5 1/5 milles de hauteur; & que » chaque fois qu'on monteroit de 900 pieds, » le Baromètre baisseroit d'un pouce. Mais » l'expansion de l'air croissant dans la même » proportion que le poids supérieur de l'atmos- » phère décroît, c'est-à-dire comme le mercure » descend dans le Baromètre, les parties supé- » rieures de l'air sont plus raréfiées que les » inférieures; & chaque hauteur de l'air cor- » respondant à un pouce de mercure, devient » grande de plus en plus : tellement que l'at- » mosphère doit s'étendre à une hauteur beau- » coup plus considérable.

Mais il se dilate en raison inverse des poids.

261. » Ces expansions de l'air étant récipro- » quement comme les hauteurs du mercure, » il est évident, qu'elles peuvent être déter- » minées à toute hauteur donnée du mercure, » par la courbe de l'hyperbole entre ses assymp- » tôtes : car, par les propriétés de l'hyperbole, » les rectangles ABCE, AKGE, ALDE, &c. » (Pl. III, fig. I[re].) (1) sont toujours égaux; & par » conséquent les côtés CB, KG, LD, &c. sont » réciproquement comme les côtés AB, AK, &c. » & ceux-ci étant supposés égaux aux hauteurs » du mercure, ou aux pressions de l'atmosphère, » les lignes CB, KG, LD, qui leur correspon- » dent, doivent être comme les expansions de » l'air sous ces poids, ou comme l'étendue que

Ses expansions à toute hauteur du Bar. déterminées par les propriétés de l'hyperbole.

(1) La Planche III se trouvera dans la partie de cet ouvrage où je donnerai la description des instrumens que j'ai employés dans mes expériences.

» la même quantité d'air doit y occuper. Ces » expansions étant prises en nombre infini & » infiniment petites, suivant la méthode des » indivisibles, leur somme doit donner l'espace » d'air compris entre les diverses hauteurs du Ba» romètre ; c'est-à-dire, que la somme de toutes » les lignes entre BC & KG, ou l'aire CBKG » sera proportionnelle à l'espace intercepté en» tre le niveau de deux places dans l'air, quand » le mercure sera aux hauteurs représentées » par les lignes AB, AK. Donc les espaces » d'air répondans à des portions égales de hau» teur du mercure dans le Baromètre, seront » comme les aires CBKG, GKLD, DLMF &c. » Ces aires sont aussi, suivant la démonstration » de Grégoire de Saint-Vincent, proportion» nelles aux logarithmes des nombres expri» mant les raisons de AK à *AB*, *ou de AL* » à AK, ou encore de AM à AL, &c. *Ainsi* » par la table des logarithmes, la hauteur » de tout lieu pris dans l'atmosphère, à toute » hauteur donnée du mercure, peut être trou» vée très-aisément ; car la ligne CB dans » l'hyperbole, dont l'aire désigne la table des » logarithmes, étant 0,0144765 (1), il faudra » dire ;

(1) Le nombre 0, 0144765, ne se trouve pas dans les tables ; mais il est moyen entre 0, 0147232 différ. des logarithmes de 30 & 29 ; & 0, 0142404 différence des logarithmes entre 30 & 31. La première différence représente la densité moyenne de l'air entre les hauteurs 30 & 29 pouces dans le Baromètre ; la seconde repré-

» Comme le nombre 0, 0144765,
» est à la différence du logarithme de 30 à celui
» d'une hauteur moindre du mercure;
» Ainsi 900 pieds, qui correspondent à un
» pouce de mercure, quand le Baromètre
» est à 30 pouces
» sont au nombre de pieds qu'il doit y avoir
» depuis le bas de l'atmosphère jusqu'à la
» hauteur où l'on a observé le Baromètre.
» Et par l'inverse de cette règle, la hauteur du
» lieu étant donnée, on peut trouver la hau-
» teur du mercure ».

Règle de *Halley* pour calculer les abbaissemens du mercure.

262. *Newton* a résolu ce problême plus généralement, en considérant la diminution de gravité dans les particules d'air suivant une puissance quelconque, à mesure qu'elles s'éloignent de la Terre; & il en a déduit comme un cas particulier, que la loi de M. *Halley* est exacte lorsqu'on suppose la gravité uniforme dans l'atmosphère (1): c'est aussi ce qu'on peut admettre sans erreur sensible dans toute l'étendue qui est soumise à nos observations.

Cette règle est la conséquence d'une autre règle plus générale, trouvée par *Newton*.

---

sente la densité moyenne entre 30 & 31; & la densité de l'air à 30 pouces, est moyenne entre ces deux densités.

(1) Newtoni Princ. Philos. Nat. Mathem. lib. II. sect. V : *de Densitate & Compressione fluidorum*, &c.



Voici la Table que Halley *dressa sur ce principe.*

Hauteurs du mercure, données.	Elévations.		Elévations données.		Hauteurs du mercure.
Pouces.	*Milles.*	*Pieds.*	*Pieds.*	*Milles.*	*Pouces.*
30		0	0		30, 00
29		915	1000		28, 91
28		1862	2000		27, 86
27		2844	3000		26, 85
26		3863	4000		25, 87
25		4922	5000		24, 95
20		10947		1	24, 67
15		18715		2	20, 29
10		29662		3	16, 68
5		48378		4	13, 72
1		91831		5	11, 28
0,5		110547		10	4, 24
0,25		129262		15	1, 60
0,1	29 ou	154000		20	0, 95
0,01	41 ou	216169		25	0, 23
0,001	53 ou	278338		30	0, 012
				40	0, 008

263.

Hauteur de l'atm. suivant *Halley.*

263. « Dans cette supposition, continue
» *Halley*, il paroît qu'à la hauteur de 41 milles,
l'air occupe déjà trois-mille fois plus de place
» qu'ici-bas; mais il est probable que ses ressorts
» ne peuvent pas souffrir une beaucoup plus
» grande extension, & que l'atmosphère ne
» doit pas s'étendre au-delà de 45 milles. Cela
» paroît confirmé par les observations du cré-

» puscule, qui commence & finit ordinaire-
» ment quand le soleil est abbaissé de 18 dégrés
» au-dessous de l'horison ».

Réduction de sa règle au niveau généralement reçu, & à la mesure de France.

264. Pour rapporter la règle de *Halley* au pied de France, adopté par tous les autres Physiciens qui ont travaillé sur cette matière, il faut d'abord déterminer quel est le nombre de pouces de France qui correspond à 30 pouces anglois : Ces derniers étant aux premiers comme 144 à 153 (1), la hauteur cherchée est $28 \frac{4}{17}$ pouces ; c'est à cette hauteur du Baromètre que *Halley* suppose que la densité de l'air est à celle du mercure, comme 1 à 10800. Pour réduire ce premier terme à celui que la plupart des autres Physiciens ont choisi, savoir la hauteur de 28 pouces dans le Baromètre, il faut dire $28 : 28 \frac{4}{17} :: 10800 : 10891$. Ainsi, suivant *Halley*, quand le Baromètre est à 28 pouces de France, la densité de l'air est à celle du mercure, comme 1 à 10891 ; c'est-à-dire, qu'un pouce de mercure feroit équilibre à 10891 pouces ou 907 pieds 7 pouces d'air condensé au même dégré qu'il l'est dans le lieu où le Baromètre est à 28 pouces. Maintenant le nombre qui, dans la table des logarithmes, doit correspondre à 907 pieds 7 pouces, est sen-

(1) C'est le rapport employé dans l'Encyclopédie à l'art. *Baromètre*, tome. II, pag. 80 : j'ajouterai que j'ai trouvé précisément le même rapport entre un pied de France très-exact, dont je parlerai dans la suite (396), & un pied anglois qui par la perfection du travail portoit ses preuves avec lui.

fiblement moyen proportionnel harmonique entre la différence des logarithmes de 29 & 28, & celle des logarithmes de 28 & 27; ce nombre est 0, 0155510. La règle de *Halley* exprimée en mesure de France, revient donc à l'analogie suivante:

Comme le nombre 155110,
est à la différence du logarithme de 28 à celui d'une hauteur moindre du mercure;
ainsi 907 pieds 7 pouces,
sont au nombre de pieds interceptés verticalement entre le lieu le plus bas de l'atmosphère, & celui où l'on a observé la hauteur du mercure.

Halley croyoit que les vicissitudes de pression se compensoient,

265. *Halley* remarque que le poids de l'atmosphère étant variable, ses parties inférieures doivent être inégalement comprimées en divers temps; & que si cela est, on doit, en suivant la même règle, changer le coëfficient ou la gravité spécifique. Cependant il présume qu'on peut se dispenser de cette correction, parce que, selon lui, il se fait des compensations continuelles.

De même que les effets de la chaleur avec ceux des vapeurs.

Il croit aussi, que les effets de la chaleur sur l'air doivent se compenser avec ceux des vapeurs; « Car, dit-il, quand l'air est raréfié par » la chaleur, les vapeurs s'élèvent aussi avec » plus d'abondance; en sorte que quoique l'air, » proprement ainsi nommé, soit dilaté, & » par cela même plus léger; cependant ses » interstices étant pleins de vapeurs & de matières plus pesantes encore, le poids du composé doit rester le même.

266. Quoique *Halley* n'eût point fondé sa règle sur les expériences du Baromètre, il entreprit cependant de l'appliquer à une observation faite par *Jean Caswel*, d'Oxford, sur la montagne de *Snowdon*, en *Caernarvanshire*, dont la hauteur est de 583 toises (1): Le mercure se tint sur cette montagne 4 pouces plus bas qu'au bord de la mer; ces 4 pouces correspondent, dans la table ci-dessus, à 3863 pieds anglois, ou 606 toises de France. *Halley* répéta lui-même cette observation, le 26 Mai 1697; il trouva le mercure à 26 pouces 1 ligne & $\frac{1}{5}$ sur la montagne; & ayant observé sa hauteur au bord de la mer le jour suivant, il la trouva de 29 pouces 10 lignes & $\frac{4}{5}$: suivant cette seconde observation, & par la même règle, la hauteur de *Snowdon* ne seroit que de 576 toises.

Halley appliqua sa règle à des observations du Bar.

267. Ce qu'il y a d'essentiel à observer ici, & qui est vraiment digne de remarque, c'est que par la seule connoissance des pesanteurs spécifiques de l'air & du mercure, *Halley* est parvenu à une règle très-approchante de celle qu'un grand nombre d'observations du Baromètre dans les *Cordilieres*, ont dictée depuis à M. *Bouguer* (334). Cependant malgré l'appui que ces expériences se prêtent réciproquement, on verra qu'elles étoient encore bien éloignées de fournir une règle générale.

Cette règle différe très-peu de celle que M. Bouguer a trouvée depuis.

---

(1) 1240 verges: la verge fait 3 pieds anglois, & 12 pouces 9 lignes du pied anglois font 1 pied de France. Voyez la note du §. 264.

Règle de M. MARALDI.

Exp. du Bar. en *Provence* & en *Auvergne*.

268. M. *Maraldi* ayant fait diverses observations du Baromètre sur les montagnes d'Auvergne, avec MM. *Chazelles*, *Couplet* & *Dominique Cassini*, les compara avec deux autres observations, dont l'une avoit été faite en 1672, par M. *Cassini*, à *Notre-Dame de la Garde*, près de Marseille, & l'autre en 1682, par M. *de la Hire*, sur le mont *Clairet*, près de Toulon; & prenant le milieu entre les résultats de toutes ces observations, il trouva, que la hauteur de l'air correspondante à la première ligne de mercure qui s'abbaissoit dans le Baromètre en montant depuis le niveau de la mer, étoit 61 pieds, & qu'il falloit ajouter un pied à chaque hauteur de l'air correspondante aux abbaissemens du mercure de ligne en ligne; en sorte que ces hauteurs prises successivement devoient être 61, 62, 63, 64 pieds, &c. (1).

Règle qu'en tire M. *Maraldi*.

M. *Jacques Cassini* adopta cette règle,

269. Cette règle fut adoptée en 1705 par M. *Jacques Cassini* (2) dans un Mémoire sur les *dilatations de l'air*; il rapporta toutes les expériences dont M. *Maraldi* l'avoit déduite, & regardant ces expériences comme fort exactes, il en conclut que M. *Mariotte* s'étoit trompé lorsqu'il avoit appliqué à l'atmosphère les règles

Et rejetta celle de M. *Mariotte*.

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1703.
(2) Fils de *Dominique*, mort en 1756.

des condensations de l'air renfermé. C'est ainsi qu'on commença à s'écarter de la bonne théorie, au-lieu de chercher si les expériences qui lui étoient contraires n'étoient point des exceptions.

Comparaison des expériences faites à l'Observatoire de Paris par MM. MARIOTTE *& de la* HIRE.

270. Rien ne prouve mieux le peu d'exactitude qu'on pouvoit attendre dans la mesure des hauteurs par le Baromètre en suivant les anciennes méthodes, que la comparaison des expériences qui ont été faites par MM. *Mariotte & de la Hire*, dans le même lieu, & avec la plus grande apparence d'exactitude.

Doute occasionné par les exp. du Bar. faites à l'Observatoire de *Paris*.

271. M. *Mariotte*, dans son *Discours sur la nature de l'air* (1), rapporte des expériences qu'il avoit faites à l'Observatoire de Paris, avec MM. *Cassini & Picard*: « On prit, dit-il,
» deux Baromètres, l'un étoit à 27 pouces 10
» lignes avant que de l'ôter du lieu où il étoit;
» on le descendit dans la cave, qui est 134
» pieds plus bas, & il monta à 28 pouces
» moins $\frac{1}{6}$ de ligne; la différence est de 2
» lignes moins $\frac{1}{6}$, ce qui fait $\frac{4}{5}$ de lignes pour
» 84 pieds. On trouva dans l'autre Baromètre,
» de même que dans ma première expérience,
» que depuis le bas de la cave jusqu'à 84 pieds,

Exp. de M. *Mariotte*.

(1) Pag. 175, de ses *Œuvres*; Leyde, 1717.

» il étoit descendu de $\frac{4}{5}$ de ligne, & depuis ce » lieu jusqu'à une pareille hauteur de 84 pieds, » il descendit encore de $\frac{4}{5}$ de ligne à-peu-près, » ce qui fait 63 pieds pour une ligne ».

Exp. de M. *de la Hire.*

272. M. *de la Hire* fit aussi des expériences dans le même lieu, & les annonça avec d'autant plus de confiance, qu'elles se trouvèrent d'accord avec celles qu'il avoit faites précédemment au Château de *Meudon*, avec le Baromètre double; voici ce qu'il dit à ce sujet (1). « J'ai » observé plusieurs fois en différentes années & » en différentes saisons, l'élévation du mercure » dans le Baromètre simple, sur le haut de la » terrasse de l'Observatoire & au fond des » carrières ou caves; &, en prenant un milieu » entre toutes ..... j'ai trouvé pour 28 toises » de hauteur ou 168 pieds, un changement » d'élévation du mercure, de *2 lignes* $\frac{1}{4}$. C'est-» pourquoi, pour une ligne de mercure, on » aura 74 $\frac{2}{3}$ pieds, ou 12 toises 2 pieds $\frac{2}{3}$: » & par les observations faites à *Meudon*, » j'avois trouvé 12 toises 4 pieds à-peu-près, » dont la différence 1 pied $\frac{1}{3}$ n'est pas considé-» rable dans ces sortes d'observations ».

Les résultats de ces expériences sont très-différens.

273. Voilà des expériences faites dans le même lieu, dont l'une eut en sa faveur des témoins illustres, & les autres, par leur nombre, s'appuyèrent mutuellement; les Auteurs qui les rapportent méritent de la confiance: cependant M. *de la Hire* trouva 74 pieds 8 pou-

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1709.

tes d'élévation pour une ligne d'abbaissement du mercure, tandis que M. *Mariotte* ne trouva que 63 pieds pour le même abbaissement. Faut-il s'étonner, si des expériences faites en des lieux fort distants les uns des autres, ont conduit à des règles très-différentes ?

Expériences & Règle de MM. SCHEUCHZER.

274. Messieurs *Scheuchzer*, de Zurich, à qui l'Histoire naturelle doit beaucoup, s'occupèrent aussi des observations du Baromètre. On trouve sous le n°. 405 des *Transactions Philosophiques*, un Mémoire que M. *J. G. Scheuchzer* donna sur cette matière, en 1727; il rapporta des observations de M. *J. J. Scheuchzer*, son pere, & la règle que M. *J. Scheuchzer*, son oncle, en avoit tirée pour mesurer les hauteurs par le Baromètre.

MM. *Scheuchzer* se sont occupés de cette matière.

275. Ce qu'il y a de plus essentiel à remarquer dans ce Mémoire, est une observation que fit M. *J. J. Scheuchzer*, en 1709, *à Pfeffers*, dans le Comté de *Sargan*, lieu célèbre par ses eaux minérales. Un rocher qui s'élève à pic au-dessus d'un ruisseau nommé *Taminna*, ayant été mesuré au cordeau, sa hauteur fut trouvée de 714 pieds de France. M. *Scheuchzer* observa la hauteur du mercure au pied de ce rocher, & il la trouva de 25 pouces 9 lignes $\frac{1}{3}$; il porta le Baromètre au haut du rocher, & le mercure baissa de 10 lignes.

Observations de M. *J. J. Scheuchzer*.

Six ans après, M. *Scheuchzer* fit aussi l'expérience du Baromètre sur le clocher de la

cathédrale de Zurich, dont la hauteur est de 241 pieds 4 pouces; il y trouva le mercure à 26 pouces 6 lignes $\frac{1}{2}$; étant descendu au pied de la tour, le mercure monta à 26 pouces 10 lignes.

Règle de M. J. Scheuchzer.

276. La règle que M. *J. Scheuchzer* a établie d'après ces expériences, est fondée sur les mêmes principes que celle de M. *Halley*; c'est-à-dire, sur les propriétés de l'hyperbole placée entre ses assymptôtes; mais la formule qui exprime cette règle est un peu différente, de même que son coëfficient: Voici celle de M. *Scheuchzer*.

Comme 142717, différence des logarithmes des deux hauteurs du mercure observées à *Pfeffers* (25 pieds 9 lignes $\frac{1}{3}$, & 24 pieds 11 lignes $\frac{1}{3}$, ou $\frac{928}{3}$ & $\frac{898}{3}$ de ligne),

est à 714 pieds, hauteurs du rocher de *Pfeffers*;

ainsi la différence des logarithmes, de la hauteur du mercure au bord de la mer (28 pieds 1 ligne $= \frac{1011}{3}$ de ligne), & d'une hauteur moindre du mercure observée dans un lieu donné,

est à la hauteur de ce lieu au-dessus du niveau de la mer.

La Table de M. J. G. Scheuchzer n'est pas d'accord avec cette regle.

277. M. *J. G. Scheuchzer* a dressé une table des hauteurs de l'atmosphère, correspondantes aux abbaissemens du mercure, qui devoit être fondée sur cette règle. Cependant, ayant eu occasion de la vérifier, je ne l'ai pas trouvé régulière. C'est-pourquoi, dans le recueil qu'on trouvera à la fin de ce chapitre, j'ai dressé la table qui porte le nom de M. *Scheuchzer*, non telle qu'il l'a donnée, mais suivant ce qu'exigent

qu'exigent ses principes, & en partant de 28 pouces pour la plus grande hauteur du Baromètre, comme il fait lui-même dans sa table; voici l'analogie dont je me suis servi :

Comme 142717, différence des logarithmes des deux hauteurs du mercure à *Pfeffers*, est à 714 pieds, hauteur du rocher de *Pfeffers*; ainsi la différence des logarithmes de 28 pouces & d'une hauteur moindre du mercure, est à l'élévation du lieu au-dessus du niveau de la mer. Analogie que la règle indique.

278. Dans un second Mémoire (1), M. *J. G. Scheuchzer* appliqua la règle de M. *J. Scheuchzer* à quelques observations faites dans le *Roussillon* & en *Auvergne*, par MM. les Académiciens de Paris qui ont tracé la méridienne en France; mais il s'en faut de beaucoup que les résultats soient conformes aux mesures trigonométriques; voici quelques exemples : Application à quelques exp. du Barom.

	Hauteurs du mercure		Par la mesure trigonométrique.	Par la règle de M. *Jean Scheuchzer*.
	Pouces.	*Lig.*	*Toises.*	*Toises.*
La tour de Massane, dans le Roussillon.	25	5	397	350
La Coste, mont. d'Auvergne	23	4	851	661

Résultats.

(1) Transf. Phil. n°. 406.

Le Mont d'or dans la même Province	22	11	1040	727

M. *Scheuchzer* suspecta les mesures géométriques plutôt que la règle.

279. M. *Scheuchzer*, en donnant ces exemples de la grande différence qui se trouve entre les résultats des deux opérations, ne pensa point à charger de l'erreur celle du Baromètre; mais il prétendit que les hauteurs données par la mesure trigonométrique étoient trop grandes, à cause de l'effet des réfractions. La raison de la confiance qu'il accorde à sa régle, est que dans l'observation qui lui sert de bâse, l'élévation du lieu avoit été mesurée au cordeau. Mais on verra dans la suite, que cette manière de mesurer les hauteurs, est sujette elle-même à des erreurs sensibles (516); & que d'ailleurs les observations du Baromètre étoient alors trop peu sûres pour servir de terme de comparaison.

Règle de M. Jasques Cassini.

Observ. de M. *de Plantade* & du *P. Feuillée* rapportées par M. *Cassini*.

280. Par la manière dont on observoit le Baromètre, plus on multiplioit les expériences, plus on augmentoit la difficulté de les concilier. C'est ce qu'éprouva M. *Cassini*, lorsqu'il voulut appliquer aux observations qui lui furent communiquées par M. *de Plantade* la règle de M. *Maraldi*, qu'il avoit d'abord adoptée: ses réflexions sur ce sujet font la matière d'un Mémoire qu'il donna à l'Académie en 1733. Il rapporta d'abord les observations faites par M. *de Plantade* sur trois sommités des *Pyrénées*,

dont la hauteur avoit été mesurée dans les opérations de la Méridienne ; & il y joignit une autre observation faite par le *Pere Feuillée* sur *le pic de Ténériffe* ; voici l'extrait de ses observations.

	Hauteur du mercure.	Différence de cette hauteur comparée avec celle du Bar. observé au bord de la mer.	Hauteur des lieux.
Par M. de Plantade.	*Pouc. lig.*	*Pouc. lig.*	*Toises.*
Le 4 Août 1731, sur le pic de *Canigou.*	20, 2 $\frac{1}{2}$	7, 11 $\frac{1}{2}$	1453
Le 18 Août 1732, sur la montag. du *Moufflet.*	20, 10 $\frac{1}{2}$	7, 1 $\frac{1}{2}$	1289
Le 25 —— sur la pointe occ. de la montagne de S. *Barthelemy.*	21, — $\frac{1}{2}$	6, 11 $\frac{1}{2}$	1190
Par le *P. Feuillée*, en 1704, sur le *Pic de Ténériffe.*	17, 5	10, 7	2213

281. M. *Cassini* évalua ces différences de hauteur du Barometre, suivant les deux tables qu'il avoit données lui-même dans les Mémoires de 1705, & dont j'ai fait mention ci-devant ; Calcul de cette obs. par les régles de MM. *Mariotte* & *Maraldi.*

l'une de ces tables étoit dressée suivant les principes de M. *Mariotte*; l'autre avoit été indiquée par M. *Maraldi*, d'après un grand nombre d'observations faites par divers Académiciens. M. *Cassini* trouva que les observations de M. *de Plantade* & du *Pere Feuillée* n'étoient pas d'accord avec ces tables; voici le résultat de cette comparaison.

	Hauteurs trouvées par la mesure trigonométrique. *Toises.*	Suivant la règle de M. *Mariotte.* *Toises.*	Suivant la règle de M. *Maraldi.* *Toises.*
Sur la montag. de *S. Barthelémy*. .	1190	1012 . . .	1427
Sur celle du *Moufflet*. .	1289	1035 . . .	1467
Sur le *Canigou*. . . .	1453	1183 . . .	1728
Sur le *Pic de Ténériffe* (1).	2213	1686 . . .	2624

---

(1) M. *de La Condamine*, ayant examiné les détails de la mesure géométrique du *P. Feuillée* sur son propre manuscrit, a trouvé cette mesure très-défectueuse, à cause de la base qui étoit inclinée, trop courte & mal dirigée. M. *de La Condamine* indique ces défauts dans l'extrait du Journal de son voyage en Italie (Mém. de l'Ac. 1757 *in-4°*. pag. 408). M. *Bouguer* les avoit aussi remarqués, & il corrigea la hauteur du *Pic de Ténériffe* dans son livre de la *Figure de la Terre* (Paris 1749,

282. M. *Cassini* ayant remarqué que les hauteurs trouvées par la mesure trigonométrique, étoient en quelque sorte moyennes entre les hauteurs qui résultoient de l'application des deux règles aux observations du Baromètre, en essaya une troisième, à laquelle il donna une forme géométrique. Il supposa que la dilatation de l'air libre pouvoit se faire, non *en raison réciproque des poids*, comme M. *Mariotte* l'avoit conclu de ses expériences sur l'air renfermé, mais *en raison réciproque des quarrés des poids*; & comme les premiers termes de la suite de nombres qui résultoit de cette hypothèse, ne croissoient pas assez pour satisfaire aux observations, M. *Cassini* y suppléa, en augmentant de 3 pieds son premier terme, qui fut ainsi égal à celui de M. *Mariotte*, c'est-à-dire, de 63 pieds.

La mesure trigonométrique est à-peu-près moyenne entre ces deux règles.

Nouvelle règle qu'en tire M. *Cassini*.

283. Il dressa une table fondée sur cette nouvelle hypothèse, dont il se servit pour calculer les observations faites dans le voyage de la Méridienne, & celles de M. *de Plantade* & du *Pere Feuillée*; après quoi il compara de nouveau les résultats de ses calculs avec les hauteurs trouvées par la mesure trigonométrique: voici l'extrait de son travail à ce sujet.

Calcul de plusieurs observ. par cette nouvelle régle.

---

in-4°. pag. xlviij.) D'après l'inclinaison de la bâse du *P. Feuillée*, supposée de 3 toises sur 210 qui étoient toute sa longueur, M. Bouguer trouve que le *Pic de Téneriffe* ne doit avoir qu'environ 2070 toises de hauteur.

	Hauteurs trouvées par la mesure trigonométrique. Toises.	Suivant la règle de M. *Cassini.* Toises.
La Tour de *Massane*. . .	397	354
La montagne de *Bugua-rach*	648	564
Celle de la *Coste* . . .	851	759
de la *Courlande*.	838	759
de S. *Barthelemy*.	1190	1168
du *Moufflet* . .	1289	1200
du *Canigou* . .	1453	1394
de *Ténériffe* . . .	2213	2120

Elle ne donne pas assez de hauteur.

284. M. *Cassini* crut voir dans cette comparaison que l'air libre se dilatoit dans une proportion plus grande encore que la raison réciproque des quarrés des poids dont il est chargé ; & il auroit sans doute cherché une plus grande approximation, si les différences des résultats de cette troisième formule, comparés avec les hauteurs réelles, avoient paru suivre quelque règle fixe : mais l'irrégularité de ces différences, indiquant l'impossibilité de concilier les observations par une loi générale & simple, il se borna à cette tentative.

Mais les différences sont irrégulières.

Hypothèse & règle de M. Bernoulli.

M. Bernoulli a entrepris d'approfondir cette matière.

285. M. *Daniel Bernoulli*, ayant remarqué le peu d'accord de l'expérience avec les règles qu'on avoit données jusqu'à lui, même avec celles qui étoient appuyées sur la loi des conden-

ſations de l'air, chercha dans l'état de ce fluide, en tant qu'atmoſphère, les cauſes des modifications que cette loi générale lui paroiſſoit éprouver. On voit toujours avec plaiſir les ſpéculations de ce grand Mathématicien : c'eſt-pourquoi je vais donner un extrait du ſyſtême qu'il a embraſſé dans ſon *Hydrodynamique*, ſur les modifications de l'air dans l'atmoſphère, & ſur la loi de ſes condenſations.

Idée générale des fluides élaſtiques.

286. La ſection X^e de cet ouvrage, publié en 1738, a pour titre : *de affectionibus atque motibus fluidorum elaſticorum, præcipuè autem aëris*. M. *Bernoulli* la commence par une hypothèſe ſur la nature des fluides élaſtiques. Il conçoit, avec *Deſcartes* & pluſieurs autres Philoſophes, que l'élaſticité des fluides peut être un mouvement rapide de leurs particules dans toutes ſortes de directions.

Il penſe que ce ſont des fluides *diſcrets* dont les particules ont un grand mouvement.

Développement de cette hypothèſe.

287. Pour démontrer que cette eſpèce de mouvement ſuffit ſeule à l'explication des phénomènes, il ſuppoſe une certaine quantité de ces particules renfermées dans un cylindre creux, ſous un diaphragme mobile & chargé d'un certain poids; ce diaphragme eſt ſoutenu à une certaine hauteur dans le cylindre, par les coups continuellement répétés des particules. On voit dans cet état des choſes que, ſi le poids eſt diminué, les particules du fluide ſoulèveront le diaphragme; que, ſi le poids eſt augmenté, le diaphragme s'abbaiſſera & réduira les particules dans un eſpace moindre; & que les particules, conſidérées en elles-mêmes, graviteront ſur le

fond du cylindre, comme si elles n'étoient douées d'aucune vertu élastique. On doit observer encore que dans l'abbaissement du diaphragme par l'augmentation de son poids, la force élastique augmentera par deux causes; savoir, 1°. parce que le nombre des particules devient plus grand relativement à l'espace, qui est diminué; & 2°. parce que chaque particule frappe plus souvent le diaphragme.

Ces principes étant posés, M. *Bernoulli* prouve par un calcul, que *si la compressibilité d'un fluide élastique est infinie, les espaces qu'il occupe doivent être en raison inverse des poids dont il est chargé*; c'est la loi indiquée par l'expérience.

Elle paroît très-satisfaisante. 288. Telle est l'idée que M. *Bernoulli* se forme des fluides élastiques, & d'après laquelle il les considère dans leurs effets: idée bien plus satisfaisante que celle des spirales ou des floccons, qui ne présentent point à l'esprit une dilatabilité suffisante, & qui, devant être eux-mêmes élastiques, ne peuvent donner aucune notion de

Difficulté. l'élasticité en général. Je sens qu'on peut demander aussi quelle est la cause du mouvement des particules, & par quel moyen ce mouvement peut être reproduit quand il a cessé par l'emprisonnement des particules dans certains corps, dans la poudre à canon, par exemple; ou par leur choc entr'elles & contre les parois des vâses. M. *Bernoulli* n'examine point cette question:

Solution annoncée. mais je crois pouvoir annoncer aux Physiciens qu'elle sera résolue d'une manière très-satisfaisante, par un de mes compatriotes, que sa

ſagacité dans la recherche des cauſes phyſiques a déja illuſtré (1).

289. (2) La force élaſtique de l'air n'eſt pas augmentée ſeulement par l'augmentation du poids qui le comprime, elle reçoit encore des accroîſſemens ſenſibles par l'augmentation de la chaleur. M. *Bernoulli* examine quelle doit être l'effet de cette dernière cauſe; & partant de l'augmentation qu'elle doit produire dans la viteſſe des particules, il trouve que *la force expanſive de l'air doit être en raiſon doublée de l'augmentation de viteſſe.* En effet, le nombre des coups que les particules d'air frappent contre les obſtacles qu'elles rencontrent, & leur intenſité, doivent augmenter également. Plus il y a de particules dans un eſpace donné, plus la ſomme des augmentations de viteſſe doit être grande; *ainſi les accroîſſemens que reçoit l'élaſticité de l'air par des augmentations égales de chaleur, doivent être proportionnels aux denſités;* c'eſt ce que l'expérience confirme. M. *Amontons* l'avoit déjà prouvé (Mém. de l'Acad. Roy. des Sc. de Paris, année 1702); mais comme les machines qu'il avoit employées pour ſes expériences étoient ſujettes à quelques erreurs, M. *Bernoulli* en propoſe une très-ingénieuſe, & très-propre à cette démonſtration (3).

La viteſſe des particules augmentée par la chaleur, produit une augmentation de force élaſtique.

Cette augmentation eſt en raiſon doublée de celle de la viteſſe;

Et ſimple de la denſité.

---

(1) M. *Le Sage*, Auteur d'un *Eſſai de Chymie méchanique*, qui a remporté le prix à l'Académie de Rouen.

(2) Hydrodynamique, Section X. §. 6.

(3) Ibid. §. 7, 8, 9, 10.

Les colonnes de l'atm. représentées par deux tubes pleins d'air qui se communiquent latéralement.

290. (1) De ces considérations générales sur l'élasticité de l'air, notre Auteur passe aux modifications qu'éprouve l'atmosphère; & d'abord il examine la pression verticale des colonnes d'air & l'équilibre de ces colonnes, tant entr'elles qu'avec la colonne de mercure du Baromètre. Il représente toutes les colonnes de l'atmosphère par deux tubes de même diamètre, posés dans une situation verticale, ouverts par le haut, & communiquant l'un à l'autre par de petits tubes placés horisontalement. Si les particules renfermées dans ces tubes sont douées de la même vitesse & affectées du même dégré de chaleur, il est certain que les fonds de ces tubes seront pressés également, & chargés de poids égaux. Qu'on suppose des diaphragmes placés à hauteur égale dans ces tubes, ces diaphragmes seront aussi pressés également & chargés du même poids. L'intervalle compris entre les diaphragmes & les fonds de ces tubes accouplés, représente toujours, dans les raisonnemens de M. *Bernoulli*, une couche sphérique de l'atmosphère par-tout également distante de la surface de la mer.

Si la vitesse des particules est égale dans les deux tubes, leur pression sera égale sur la báse.

Et contre des *diaphragmes* placés à la même hauteur.

Si la chaleur augmente dans l'un des tubes, l'expansion de l'air se communiquera dans l'autre

291. (2) Si la chaleur augmente dans l'un des tubes, sous son diaphragme, l'expansion de l'air se communiquera à l'autre par les petits tubes horisontaux; & comme le poids supérieur ou la résistance des diaphragmes est la même dans les deux tubes, la pression sera toujours égale

(1) §. 12. (2) §. 13.

tant sur les deux fonds, qu'à même hauteur au-dessus d'eux de part & d'autre, quoique la densité respective ait changé : en sorte que, *dans les lieux également distans du fond, les densités seront sensiblement en raison réciproque des quarrés des vitesses* (289).

Les densités à même hauteur dans les deux tubes seront en raison inverse des quarrés des vitesses.

292. (1) L'égalité de pression des colonnes sur le fond des tubes, n'est altérée que par l'inertie de l'air, qui occasionne par-tout une augmentation momentanée de pression quand la chaleur augmente, mais plus forte dans le tube dont l'air est le plus échauffé.

Exception momentanée causée par l'inertie de l'air.

293. (2) Il paroît que cette cause est la seule qui puisse occasionner quelque changement dans les Baromètres placés sur le fond des tubes, qui d'ailleurs sont toujours pressés également ; c'est-à-dire, chacun par un poids qui est la moitié de celui des deux colonnes d'air prises ensemble : or, la somme de ces poids est constante.

Sans cela les deux colonnes presseroient toujours également sur leur base.

294. (3) Si nous élevons les deux Baromètres à hauteur égale dans les deux tubes, le mercure baissera également dans l'un & dans l'autre (290), parce que l'air inférieur ne pèsera plus sur eux. Quand la chaleur moyenne augmentera dans cet air inférieur, il éprouvera une augmentation de volume ; & son expansion ne pouvant se faire qu'en hauteur, une partie de cet air sera soulevée au-dessus des Baromètres ; & la hauteur du mercure augmentera propor-

La hauteur du mercure sera égale à même hauteur dans les deux tubes,

Quand même la chaleur seroit inégale.

(1) §. 17. (2) §. 18. (3) §. 19.

tionnellement & également dans l'un & l'autre, quoique la distribution de la chaleur soit inégale (291).

M. Bernoulli applique à l'atmosph. ce qu'il a dit de l'air renfermé.

295. J'ai dit ci-devant que dans l'hypothèse de M. *Bernoulli*, les deux tubes où nous venons de considérer les effets de l'élasticité de l'air, doivent représenter toute l'atmosphère : voici comment il fait cette application.

Prem. conséquence : la surface de la terre n'est pas la base de l'atmosph.

296. (1) Le fond des tubes représente la bâse de l'atmosphère; & suivant les principes posés, la hauteur du mercure dans ces lieux analogues doit être toujours la même. Mais la hauteur du mercure est variable à la surface de la terre; donc cette surface n'est pas la bâse de l'atmosphère. Telle est la première conséquence que tire notre Auteur, & voici ses preuves directes.

L'action de l'air souterrain doit produire les variations du Baromètre.

297. (2) Il est connu, dit-il, que la terre renferme de très-grandes cavités; & dans les masses mêmes qui n'ont point de cavités sensibles, les pores peuvent produire le même effet. Si donc on rassemble tous ces espaces remplis d'air dans une profondeur de vingt à trente-mille pieds au-dessous de la surface de la terre, & qu'en les comparant à la partie solide, on suppose celle-ci mille fois & même cent-mille fois plus grande que les premieres, l'action de la chaleur, dans cet air renfermé, sera suffisante pour produire toutes les variations du Baromètre.

---

(1) §. 18. (2) §. 20.

298. Les plus grands changemens qui arrivent dans la densité de l'atmosphère sont, suivant M. *Bernoulli*, produits par la chaleur. Il pense aussi que ces changemens se compensent presque toujours dans la même couche sphérique, en sorte que chaque couche a une chaleur moyenne constante (1); c'est sans doute ce qui lui fait croire que la différence entre la hauteur du mercure dans des Baromètres placés à différentes élévations doit être la même en tout temps. Je crois devoir rapporter ici ses expressions, parce qu'elles renferment la conséquence générale qu'il tire de ses principes.

La chaleur occasionne les plus grands changemens de densité de l'air. Ces changemens se compensent.

Ainsi la différence des Bar. placés à diverses hauteur, doit être la même en tout temps.

« (2) Igitur quùm in Barometro ex loco » humiliori in altiorem transportato mercu- » rius descendit, non sequitur pondus colum- » næ mercurialis quæ in Barometro descendit, » æquale esse ponderi columnæ aëreæ ejus- » dem diametri, & altitudinis ad quam Ba- » rometrum fuit elevatum quod ab aliqui- » bus ità asseritur : *Et profectò, cæteris pa-* » *ribus, columna mercurii descendens eadem erit* » *tam tempore hyemali quàm æstivo*, cùm ex » sententiâ illâ deberet tempore calido esse » minor, quàm tempore frigido : *eadem quoque* » *erit in locis meridionalibus & septentrionali-* » *bus*. . . . . Igitur experimentum non tam gra- » vitatem specificam aëris, in quo factum est, » indicat, quam omnis aëris terræ proximi gra- » vitatem specificam mediam determinat; *prior* » *admodùm variabilis est, altera procul dubio* » *constanter eadem ferè permanet.*

---

(1) §. 29. (2) §. 16.

Conséquence de M. *Bern.* Le Bar. indique la grav. spécifiq. moy. de l'atm.

299. La conséquence générale de M. *Bernoulli* est donc, que l'expérience du Baromètre indique moins la gravité spécifique de l'air dans lequel on l'a faite, que la gravité spécifique moyenne de l'atmosphère autour de la terre; & que la première est variable, tandis que la seconde reste sans doute presque toujours la même.

Elle seroit juste s'il y avoit dans l'atm. quelque chose qui tînt lieu de *diaphragme*.

300. Il paroît que cette conséquence devroit être admise, si l'on supposoit que l'air est contenu dans l'atmosphère par quelque cause analogue aux tubes & aux diaphragmes dont je viens de parler; c'est-à-dire, si chaque couche résistoit également par-tout à la dilatation de son inférieure, comme les diaphragmes placés à la même hauteur dans les tubes, & chargés du même poids, résistent également par-tout à l'expansion de l'air renfermé *au-dessus d'eux*.

M. *Bernoulli* le suppose.

C'est ce que M. *Bernoulli* suppose, puisqu'il pense que la hauteur du Baromètre doit être égale à même élévation sur le niveau de la mer, vers l'équateur & sous les poles (1), & voici comment il le conçoit.

C'est, suivant lui, l'égalité de résistance des couches supérieures.

301. (2) Si la hauteur de l'atmosphère est finie, dit-il, c'est parce que les particules perdent leur mouvement lorsqu'elles arrivent dans le haut des colonnes, où elles forment alors un fluide simplement grave, privé de toute élasticité. Dans ce cas, il paroît, 1°. que les colonnes s'élèveront également, à cause des communi-

(1) §. 24. (2) §. 15.

cations latérales dans toute leur hauteur. 2°. Que la densité des couches supérieures sera par-tout la même, parce qu'elles ont la même hauteur & qu'elles sont en équilibre; en sorte que les pressions seront à toutes les hauteurs, proportionnelles au poids de la couche supérieure qui sera le même par-tout. Et si l'élasticité ou le mouvement des parties n'a point de bornes, & que par conséquent la hauteur des colonnes soit indéfinie, il suffira, pour produire le même effet, de supposer que les dernières couches sensibles de l'atmosphère sont par-tout chargées d'un poids égal.

302. Tels sont les principes de M. *Bernoulli*, qu'on peut diviser naturellement en deux classes; l'une renferme les affections & les mouvemens des fluides élastiques en général; l'autre regarde l'atmosphère. Je vais rassembler ces principes en peu de mots, pour qu'il soit plus aisé de suivre l'application qu'il en fait à quelques phénomènes.

Distribution des principes de M. *Bernoulli* en deux classes.

303. Les propositions renfermées dans la première classe, sont celles-ci. 1°. Les fluides sont élastiques, quand leurs particules se meuvent rapidement en tout sens (286). 2°. La force expansive de ces fluides peut être augmentée par deux causes; savoir, par le plus grand nombre de particules renfermées dans le même espace, & par leur plus grande vitesse (287 & 289). 3°. La première de ces causes produit la condensation; si la compressibilité est regardée comme infinie, la force de ressort qui en résulte doit être en raison inverse des espaces

Prem. classe. Principes concernans les *fluides élastiques.*

occupés par le même nombre de particules : l'expérience permet de l'admettre ainsi (287). 4°. La densité d'un fluide élastique augmente donc proportionnellement au poids dont il est chargé (*ibid.*) 5°. Les parties du fluide agissent les unes sur les autres dans le même rapport, parce que les couches supérieures sont des poids qui chargent les inférieures (*ibid.*) 6°. C'est par sa densité seule, ou par sa gravité, qu'un fluide élastique presse verticalement sur le fond qui le soutient (*ibid.*) 7°. La chaleur donne une plus grande vitesse aux particules, & leur force impulsive augmente en raison doublée de cette augmentation de vitesse (289). 8°. Les effets de cette seconde cause sont proportionnels au nombre des particules, ou, ce qui revient au même, à la densité (*ibid.*). 9°. Ainsi la force élastique des fluides est en raison composée simple de leur densité, & doublée de la vitesse de leurs particules. 10°. Si nous considérons un fluide élastique renfermé dans deux tubes de même longueur, posés dans une situation verticale, & communiquant l'un à l'autre par de petits tubes placés horisontalement, la vitesse des particules pourra augmenter par la chaleur dans un seul de ces tubes, sans que par cette raison la force élastique devienne inégale, parce que la densité augmentera proportionnellement dans le tube voisin (291). 11°. Enfin si nous supposons dans ces tubes des diaphragmes mobiles, chargés d'un poids égal, & placés à la même hauteur; la pression du fluide sur le fond des tubes restera toujours la même, quelle que soit

soit l'augmentation de vitesse partielle ou générale des particules qu'ils contiennent (293). Telles sont les propositions que j'ai renfermées dans la première classe ; elles n'ont rien, ce me semble, qu'on puisse contester aisément. Ces principes sont très-admissibles.

304. Je range dans une autre classe les propositions qui regardent l'atmosphère, parce qu'il ne me paroît pas que l'expérience soit d'accord avec les principes de M. *Bernoulli*. Selon lui, 1°. la pression de l'atmosphère doit être toujours & par-tout sensiblement égale sur sa bâse ; &, puisque le Baromètre indique des changemens de pression à la surface de la terre, il faut que cette bâse soit à une certaine profondeur, même au-dessous du niveau de la mer (296). 2°. Les dilatations & condensations de cette partie de l'atmosphère renfermée dans une croûte plus ou moins épaisse de notre globe, produisent les variations du Baromètre observé à sa surface (197). 3°. Chaque couche sphérique d'air également distante de la terre, presse son inférieure par-tout également (201). 4°. Les changemens de vitesse des particules d'air dans une portion des couches, produisent bientôt un changement proportionnel de densité dans toutes les autres parties de la même couche ; en sorte que l'*élasticité* (1) qui est en raison composée de la densité & du quarré de la vitesse, est toujours égale à même hauteur (300, 301). 5°. Il se fait des compensations assez exactes entre les augmen- L'expérience n'est pas d'accord avec les principes de la *seconde classe* qui concernent l'atmosph.

---

(1) J'entends ici par *élasticité*, avec M. *Bernoulli*, la force & non *la vertu* élastique.

tations & les diminutions de chaleur dans chaque couche ; &, de ces compenſations, il réſulte, que les viteſſes moyennes, les denſités moyennes & l'élaſticité reſtent ſenſiblement les mêmes dans chacune des couches de l'atmoſphère (297, 298, &c.). 6°. Enfin la différence de hauteur du mercure dans le Baromètre, placé à differentes élévations, doit indiquer la différence qu'il y a entre les viteſſes & les denſités moyennes des deux couches, c'eſt-à-dire, la différence d'*élaſticité*, & cette différence doit être en tout temps la même (298, 307, &c.).

M. Bernoulli rejette l'uſage des logarithm. pour calculer les abbaiſſemens du mercure.

305. (1) D'après ces principes, M. *Bernoulli* examine l'opinion des Phyſiciens qui ont penſé, que les hauteurs des lieux ſuivoient la proportion des logarithmes des hauteurs du mercure dans le Baromètre ; il trouve que cette hypothèſe, fondée ſur ce que la denſité de l'air eſt par-tout proportionnelle au poids dont il eſt chargé, ne ſauroit quadrer avec l'expérience.

Obſervations citées par M. Bernoulli.

306. Pour le prouver, M. *Bernoulli* choiſit quatre obſervations faites à des hauteurs connues ; ſavoir :

A la haut. de 1070 pieds (2) le Baromètre étoit 27 po. l. $\frac{1}{3}$ tandis qu'il étoit en bas 28 p. 4 l. $\frac{1}{3}$

	1542	26. 4 $\frac{1}{3}$	28. 2.
Sur le Pic de Téneriffe	13158 (3)	17. 5	27. 10.

(1) §. 23.

(2) C'eſt la premiere obſervation faite par M. *Caſſini* ſur une montagne de Provence.

(3) Cette hauteur du Pic de *Téneriffe*, conforme à la

au-dessus de la mer	65	28. 1	au niveau de la mer.	28	2

307. Les hauteurs du mercure dans le Baromètre étant, suivant M. *Bernoulli*, proportionnelles aux élasticités, c'est-à-dire, au produit de la densité par le quarré de la vitesse, il trouve, qu'en faisant l'*élasticité* au niveau de la mer = 1, les *élasticités* ont été dans les expériences susdites à 65 pieds d'élévation 0, 9970

Elasticités de l'air indiquées par ces observ. en supposant ces élast. proportionnelles aux haut. du Bar.

1070	0, 9520
1542	0, 9364
13158	0, 6257

308. (1) Il fait alors le calcul par les logarithmes, & il trouve des différences si considérables qu'il rejette entièrement cette méthode. Il remarque en général qu'on peut difficilement espérer de trouver la vraie loi que suit la nature à cet égard. Cependant il cherche une formule qui puisse accorder les quatre expériences ci-dessus rapportées.

Le calcul par les logar. ne donne pas les mêmes résultats.

309. (2) Pour cet effet, il se propose de déterminer la nature de trois courbes placées autour d'un même axe, sur lequel sont indiquées les hauteurs. L'une de ces courbes doit représenter les *vitesses moyennes*; la seconde,

M. *Bernoulli* cherche la loi indiquée par ces observations.

---

correction de M. *Bouguer* (281, *note*), est moindre de 120 pieds que celle qui est indiquée par M. *Cassini*, & la différence des hauteurs du mercure est aussi moindre de 2 lignes.

(1) §. 24 & 25. (2) §. 26.

les *densités moyennes* ; & la troisième, les *élasticités absolues*. Deux de ces courbes étant données, on peut trouver la troisième en partant de ce principe, que les *élasticités sont en raison composées du quarré des vitesses, & simple des densités*.

Hypothèse & résultat du calcul.

310. (1) Après le calcul M. *Bernoulli* trouve que, pour satisfaire aux quatre expériences susdites, il faut d'abord supposer que le sommet de l'axe est à 22000 pieds au-dessus de la surface de la terre ; & faisant les hauteurs au-dessus de cette surface $= x$, les élasticités de l'air décroîtront en montant, dans la raison de $22000 \times x$ à 22000 ; tandis que les densités moyennes décroîtront dans la raison de $(22000 \times x)^2$ à 22000^2 : ce qui indique que les vitesses des particules croîtront en montant dans la raison de $\sqrt{22000}$ à $\sqrt{(22000 \times x)}$ c'est-à-dire en raison inverse des racines quarrées des élasticités, & en raison directe des racines quarrées des hauteurs depuis la bâse de l'atmosphère. La courbe qui exprime cette dernière raison étant une *parabole*, celle qui représente la raison des élasticités sera une *hyperbole*.

M. *Bernoulli* cherche à généraliser cette hypothèse.

311. Les quatre expériences rapportées par M. *Bernoulli* étant conciliées par son hypothèse, il cherche à la généraliser : pour cet effet, il entreprend d'expliquer comment il est possible que la vitesse moyenne des particules d'air, ou,

---

(1) §. 27.

ce qui revient au même, que la chaleur moyenne, soit plus grande dans les couches de l'atmosphère à mesure qu'elles s'élèvent au-dessus du niveau de la mer.

312. (1) Il prétend qu'on ne doit pas juger de l'état de l'atmosphère libre, relativement à la chaleur, par ce qui se passe sur les montagnes, où des causes particulières peuvent influer; & que, malgré la diminution de chaleur de bas en-haut, qu'on observe sur les montagnes, il n'est pas absurde de supposer, que *dans l'atmosphère libre, la chaleur moyenne de l'air est plus grande à mesure qu'on s'éloigne de la surface de la mer.*

Il faut, suivant lui, que la chaleur croisse en montant dans l'atmosphère.

(2) Il croit aussi qu'on peut admettre que l'air sous les poles est dix fois plus dense que sous l'équateur au voisinage de la terre; mais que, toutes choses égales, la différence est moins grande à de plus grandes hauteurs; que par conséquent les densités décroîssent moins rapidement de bas en-haut sous l'équateur que sous les poles; que, par exemple, elles peuvent décroître sous les poles à de petites hauteurs dans la raison de $(22000 \times x)^4$ à 22000^4, à cause de l'augmentation de la chaleur; tandis que sous l'équateur elles décroîssent à peine sensiblement par la raison contraire. Enfin, dit-il, on ne doit point regarder comme absurde de supposer, *que les densités moyennes diminuent dans la raison de* $(22000 \times x)^2$ *à* 22000^2,

Et que les densités décroissent moins de bas en-haut sous l'équateur qu'aux poles.

(1) §. 28. (2) §. 29.

comme il est admis dans le §. 27 ; *tandis que les élasticités décroîssent par-tout dans la raison de* 22000 × *x à* 22000, & il ajoûte, *que ces proportions ne peuvent être troublées dans les mêmes hauteurs au-dessus de la mer que par des causes accidentelles & peu durables.*

M. *Bernoulli* se borne à cette formule générale qu'il a fait quadrer avec les nombres par lesquels il a cru pouvoir exprimer l'élasticité de l'air, aux lieux où ont été faites les quatre observations qu'il a choisies pour guides ; & il n'indique pas l'application qu'on peut faire de cette formule à la mesure des hauteurs par le Baromètre ; mais il est aisé de la trouver en suivant ses principes.

Formule qui résulte de l'hyp. de M. *Bernoulli* pour calculer les abbaissemens du mercure.

313. Selon M. *Bernoulli*, les élasticités de l'air en divers lieux, sont entr'elles comme les hauteurs du mercure dans ces lieux-là. Et puisqu'en faisant les hauteurs au-dessus du niveau de la mer $= x$, il suppose que les élasticités de l'air à ces hauteurs sont à son élasticité au niveau de la mer, comme 22000 à $22000 + x$; il en résulte que la hauteur du mercure dans un lieu donné est aussi à sa hauteur au niveau de la mer, comme 22000 à $22000 + x$. On aura donc la hauteur des lieux au-dessus du niveau de la mer, en employant cette analogie :

Comme la hauteur observée du mercure,
est à sa hauteur au-dessus du niveau de la mer,
que je suppose être 28 pouces;
Ainsi 22000,

est au nombre de pieds qui exprime la hauteur du lieu où l'observation a été faite, au-dessus d'un point constant qui est de 22000 pieds plus bas que le niveau de la mer.

Il suffira donc de retrancher 22000 du quotient de la division, pour avoir la hauteur du lieu au-dessus du niveau de la mer.

314. Telle est la méthode qui résulte des hypothèses de M. *Bernoulli* : il n'y en a point certainement qui concilie avec autant de succès les expériences qu'il a prises pour guides. Mais si, au lieu de ces expériences, il en eût choisi d'autres parmi celles qui se trouvent çà & là dans les ouvrages des Physiciens, il auroit fallu recourir à de nouvelles hypothèses à chaque nouveau choix. Pour se convaincre de cette variété de rapport des expériences entr'elles, il suffit de considérer, que tous les Physiciens qui ont donné des méthodes pour mesurer les hauteurs par l'abbaissement du mercure, les ont fondées sur des expériences. Il est certain qu'on ne seroit jamais parvenu à découvrir la loi des condensations de l'air dans l'atmosphère, ni les modifications qu'éprouve cette loi ; tant qu'on se seroit contenté de rassembler des observations prises au hasard ; c'est ce que la suite de cet ouvrage prouvera d'une manière sensible. Pour le présent je me bornerai à quelques réflexions particulières sur l'hypothèse de M. *Bernoulli*.

Cette formule n'est applicable qu'aux observ. qui l'ont produite.

315. Dans l'examen que j'ai fait ci-devant de son systême, relativement aux variations du Baromètre, j'ai fait observer. 1°. Que la tem-

Les principes qui lui servent de fondement sont contraires à l'expérience.

pérature de notre globe étant presque invariable, il ne peut se faire dans les cavités souterraines des dilatations & condensations de l'air, suffisantes pour produire ces variations (219). 2°. Que, toutes choses d'ailleurs égales, la hauteur du mercure diminue dans les Baromètres de la plaine, quand la chaleur de l'air augmente : tandis qu'il devroit arriver le contraire suivant l'hypothèse de M. *Bernoulli* (*ibid.*) 3°. Que les variations du Baromètre ne sont pas toujours égales, ni semblables dans des lieux même peu distans les uns des autres (220).

En appliquant ces remarques aux principes opposés de M. *Bernoulli*, il me paroît naturel d'en conclurre 1°. Que, l'air renfermé dans les entrailles de la terre, ne peut être considéré comme faisant portion de l'atmosphère libre, & que par conséquent si l'on veut avoir égard à sa bâse, c'est à la surface de la terre qu'on doit la fixer. 2°. Que les variations du Baromètre à cette bâse indiquent les différences considérables dans la pression que l'atmosphère y exerce en divers temps. 3°. Que la différence des variations simultanées en des lieux peu distans les uns des autres, ne permet pas d'admettre les compensations supposées par M. *Bernoulli*.

316. J'ajouterai deux remarques qui concourent avec les précédentes, à démontrer que la formule de M. *Bernoulli* ne peut être générale : & d'abord, pour qu'elle le fût, il faudroit que la différence de hauteur du mercure dans des Baromètres différemment élevés fût toujours

La differ. des Bar. differem. élevés n'est pas toujours la même.

la même entre les mêmes lieux; c'est ce qu'il suppose (298) : mais je puis assurer, d'après un très-grand nombre d'expériences, que cette différence varie considérablement.

317. M. *Bernoulli* pose encore comme un principe fondamental, que la hauteur du mercure dans le Baromètre est proportionnelle à l'*élasticité* de la colonne d'air qui le soutient (307). Mais on verra par toutes mes expériences, que la densité seule de l'air soutient le mercure dans le Baromètre, comme cause immédiate; & que par-tout où elle diminue, quelle qu'en soit la cause, le mercure baisse proportionnellement. La haut. du merc. n'est pas proport. à l'*élasticité*, mais à la densité de l'air.

Je conviens que les variations d'un Baromètre placé dans un récipient bien clos, sont proportionnelles à l'élasticité de l'air que ce récipient renferme; mais c'est parce que les parois du récipient ne cèdent point. Au-lieu que dans l'atmosphère, quand une masse d'air vient à se dilater, elle soulève l'air supérieur; la colonne dont elle est une portion se verse sur les voisines, elle les écarte, & son action sur la bâse diminue proportionnellement à la diminution de sa densité. Elle seroit proport. à l'élasticité dans un lieu clos & sans communicat. avec l'air libre.

Expériences de MM. Cassini de Thuri *&* le Monnier *le cadet.*

318. M. *Cassini de Thury* entreprit, en 1740, des observations qui sembloient devoir lui promettre quelque succès, par les précau- MM. *Cassini & le Monnier* font l'expérience du Bar. au *Puy-de-Dome.*

tions qu'il y apporta, de même que M. *le Monnier* le Médecin & M. l'Abbé *de la Caille* qui opérèrent avec lui. Nous avons le détail de ces observations dans un Mémoire de M. *Cassini*, qui a pour titre : *Réflexions sur les Observations du Baromètre faites sur les montagnes du Puy-de-Dome, du Mont-d'Or & du Canigou* (1).

MM. *Cassini* & *le Monnier* mesurèrent la hauteur du *Puy-de-Dome*, au-dessus des *Minîmes*, que M. *Perrier* avoit estimée 500 toises (227), & ils la trouvèrent de 557 toises. Ils observèrent ensuite le Baromètre au sommet de la montagne & aux *Minîmes*, & la différence de hauteur du mercure dans ces deux stations fut de 3 pouces 3 lignes $\frac{2}{3}$; c'est-à-dire, plus grande de 2 lignes que la différence trouvée par M. *Perrier*. Mais la hauteur absolue du Baromètre étoit plus grande de 9 lignes, d'où M. *Cassini* conclut avec raison, que la différence entre les hauteurs du Baromètre à la montagne & aux *Minîmes*, devoit être plus grande. Il ne paroît pas qu'on ait fait beaucoup d'attention à cette remarque, qui est cependant très-importante ; on verra dans la suite par quelle route je suis parvenu à la faire moi-même, dans le cours de mes observations (546 à 548).

Le résultat diffère un peu de celui de M. *Perrier*. Remarque de M. *Cassini* à ce sujet.

Observations au *Mont-d'Or*.

319. La hauteur du *Mont-d'Or* sur le niveau de la mer avoit été trouvée précédemment de

(1) Mém. de l'Ac. Roy. des Sc. année 1740.

1048 toises ; ce que M. *Cassini* rapporte pour indiquer la hauteur absolue de cette montagne : mais voulant connoître celle du lieu le plus bas où il se proposoit d'observer le Baromètre, il mesura la hauteur du sommet du *Mont-d'Or*, au-dessus du *village des Bains*, il la trouva de 512 toises ; il mesura aussi celle d'une autre sommité de la même montagne, nommée le *Capucin*, qu'il trouva de 224 toises. Il fit ensuite l'observation du Baromètre à ces deux élévations ; le mercure descendit, au sommet du *Mont-d'Or*, à 22 pouces 5 lignes, & la différence de sa hauteur, relativement au *village des Bains*, fut de 2 pouces 5 lignes $\frac{7}{12}$; celle de l'observation au *Capucin*, fut de 1 pouce 3 lignes $\frac{1}{2}$.

320. Ces Messieurs donnèrent encore plus de soin aux observations qu'ils firent sur le *Canigou*. MM. *Cassini* & *le Monnier* y montèrent le 28 Septembre, & M. l'Abbé *de la Caille* observa à *Perpignan*. Ils avoient à chaque station un Baromètre chargé au feu, & un autre chargé à la manière ordinaire (99). La hauteur du mercure au *Canigou* fut, à 9 heures du matin, dans le premier Baromètre 20 pou. 2 lig. $\frac{1}{4}$ dans le dernier . . . . . . 20 —— $\frac{1}{8}$ Au *Canigou* avec des Bar. chargés au feu & à la manière ordinaire.

Ils répétèrent l'observation d'heure en heure, jusqu'à midi, & ils n'y remarquèrent aucune variation sensible.

La différence de hauteur du mercure entre le *Canigou* & *Perpignan*, fut :

dans les Baromètres chargés au feu 7 pouc. 11 l. $\frac{1}{4}$

chargés à l'ordinaire . . 7 —— 11 ——

Cette différence de hauteur du mercure correspond à 1453 toises, hauteur du *Canigou*, sur le niveau de la mer.

La même obs. répétée dix jours après.

Dix jours après cette premiere observation, M. *le Monnier* retourna seul au *Canigou*; le Baromètre chargé au feu s'y tint plus bas d'$\frac{1}{16}$ de ligne que la premiere fois, quoique le Baromètre fût plus haut à *Perpignan* de 1 ligne $\frac{7}{12}$; en sorte que la différence des hauteurs du mercure fut de 8 pouces 1 ligne.

M. Cassini tire de ces obs. une conséquence peu capable de porter à de nouvelles expér.

321. M. *Cassini* tire de ses observations & de celles qui avoient été faites avant lui, une conséquence qui, quoique mal fondée en elle-même, devient très-vraie en l'appliquant à tout ce qu'on avoit fait jusqu'alors.

« La variation de hauteur du mercure dans » le Baromètre, correspondante à la différente » élévation des lieux, ne suit, dit-il, aucune » progression uniforme, y ayant près d'un pouce » de différence dans l'observation faite au *Canigou*, de celle qui résultoit de la progression » établie en 1703, & fondée sur des observations faites sur des montagnes peu élevées; » & aucune des autres hypothèses que l'on a » faites depuis pour pouvoir concilier les ob» servations, n'a pu satisfaire aux différences » qui se rencontroient dans plusieurs observa» tions *dont on ne pouvoit soupçonner l'exacti*» *tude* (1) ».

(1) Mém. de l'Ac. 1740, *in*-12. pag. 133.

Expériences & règles de M. Horrebow.

322. M. P. *Horrebow*, Professeur en Astronomie à Copenhague, publia, en 1748, des élémens de Physique tirés principalement d'un ouvrage de M. *Gaspard Bartholin* : on trouve, dans la *Nouvelle Bibliothèque Germanique* d'Octobre, Novembre & Décembre 1750, un extrait de celui de M. *Horrebow*, & principalement du chap. VIII, *de densitate stratorum relativâ, & altitudine atmosphæræ*. Voici ce que ce chapitre renferme de plus essentiel. Expér. de M. *Horrebow*.

Au mois d'Août 1737, M. *Horrebow* fit des expériences pour trouver de combien il falloit s'élever au-dessus du niveau de la mer, pour que le mercure descendît d'une ligne dans le Baromètre, & trouva 75 pieds.

323. Ces expériences servent de fondement à une table dont il fait croître les termes en progression harmonique, en suivant cette analogie. *Comme la hauteur observée du mercure est à 336 lignes, hauteur du mercure dans le Baromètre au bord de la mer; ainsi, 75 pieds, hauteur de la colonne d'air qui soutient une ligne de mercure au bord de la mer, sont à la hauteur qui produit un effet égal au lieu de l'observation.* Sa formule pour calculer les abbaissement du mercure.

M. *Horrebow* n'a pas trouvé cette formule par des expériences immédiates sur les *densités relatives* de l'air dans l'atmosphère; mais il suppose que les densités sont proportionnelles aux poids dans l'air libre, comme dans l'air renfermé. Partant de cette supposition & des ex-

périences ci-dessus indiquées, il porte la table des hauteurs de l'air correspondantes à celles du mercure, de ligne en ligne, jusqu'au point où ne se trouvant plus d'air qui pèse sur le mercure, sa hauteur doit être réduite à zéro dans le Baromètre; & il trouve que ce point doit être élevé de 26862 toises au-dessus du niveau de la mer : c'est la hauteur qu'il donne à l'atmosphère.

Hauteur de l'atm. suivant lui.

Sa règle ne conduit pas à limiter cette hauteur.

Je remarquerai à cet égard, que M. *Horrebow*, posant pour principe de sa règle que la densité de l'air est proportionnelle au poids qui le comprime, il ne devoit point assigner à l'atmosphère de hauteur déterminée, comme j'aurai occasion de le prouver (793). Ce qui l'a conduit à fixer cette hauteur, c'est l'usage qu'il fait d'une progression harmonique pour exprimer l'épaisseur des couches successives d'air, correspondantes aux abbaissemens du mercure de ligne en ligne. Je ferai voir, dans la suite, que cette méthode est bonne pour estimer les hauteurs à la surface de la terre; mais qu'elle devient très-irrégulière quand on l'applique aux décroîssemens de densité de l'air à de plus grandes élévations (577).

Cette règle est presque entièrement semblable à celle de M. *Bouguer*.

324. Je ne m'étendrai pas sur la règle de M. *Horrebow*, parce qu'elle est presque entièrement semblable, tant par son coëfficient que par son principe, à celle de M. *Bouguer*, dont je vais parler : la seule différence qui s'y trouve, c'est que M. *Bouguer* a fait usage des logarithmes, ce qui est plus exact, & en même temps plus commode. J'ai déjà remarqué que

la règle de M. *Halley* est très-approchante de celle de M. *Bouguer*. Voici une troisième règle qui semble devoir servir de preuve aux deux autres : cependant on verra, dans la suite, que cet accord n'est dû qu'à l'uniformité accidentelle des circonstances.

Expériences, règle & hypothèse de M. BOUGUER.

325. La plus considérable des tentatives qu'on ait faites avant moi, pour estimer les hauteurs par le moyen du Baromètre, est celle de MM. les Académiciens François qui ont mesuré un arc du Méridien sous l'équateur : on en trouve le résultat dans un mémoire de M. *Bouguer* pour l'année 1753. La règle qu'il donne d'après ces expériences, n'est pas absolument nouvelle : on verra bientôt qu'elle diffère très-peu de celle que *Halley* avoit établie long-temps auparavant; mais elle a l'avantage d'être fondée sur un grand nombre d'observations; ce qui lui mérite plus de confiance. Comme je me propose de comparer avec cette règle, celle que j'ai trouvée par mes propres recherches, je renvoie jusqu'alors les détails qui la concernent, & je me borne à l'énoncé de sa formule. « Si l'on prend, dit M. *Bouguer*, la » différence des logarithmes des deux hauteurs » du mercure exprimées en lignes, & qu'on ne » se serve que des quatre premières figures après » la caractéristique, il suffira d'en retrancher » une trentième partie, pour avoir la hauteur » de la montagne exprimée en toises ».

Règle de M *Bouguer.*

Elle fut exacte dans le haut de la Cordilière.

326. L'application de cette règle aux observations faites sur *Pitchincha* & *Choussaï*, qui sont deux sommités de la *Cordilière*, s'accorde à une toise près avec la mesure géométrique; & M. *Bouguer* assûre qu'il pourroit *la justifier par plus de trente autres exemples.*

Mais il n'en est pas de même ailleurs.

« Mais, ajoûte cet illustre Académicien, » ce qui est très-digne de remarque, & ce » qui forme le sujet d'une question que nous » nous proposons principalement d'éclaircir, » c'est que la méthode, dans le temps même » qu'on lui conserve toute sa généralité, ne » réussit point dans la partie inférieure de la » *Cordilière;* elle ne réussit point sur toutes » les montagnes de la Zone Torride; & nous » devons ajouter qu'elle a moins de succès en » Europe, comme l'ont reconnu tous les Physiciens qui ont examiné cette matière avec » soin ».

Examen de l'hypothèse de M. Bouguer sur ces variétés.

327. Cet embarras où s'est trouvé M. *Bouguer*, en cherchant à concilier ses expériences faites à diverses hauteurs, lui a fait adopter le systême de l'inégale intensité de ressort dans les particules d'air : mais il me paroît qu'il en conclut trop, en supposant que cette inégalité de vertu élastique doit entraîner nécessairement, dans le bas de l'atmosphère, les particules qui en ont le moins, & qu'au contraire celles qui sont douées d'une plus grande vertu élastique, doivent s'élever au-dessus des autres.

Les vertus élastiques des masses égales d'air doivent être sensiblement égales.

328. On doit accorder, je l'avoue, que, s'il y a de la différence entre les vertus élastiques des particules d'air, il y a nécessaire-

ment

ment une tendance à l'arrangement que M. *Bouguer* suppose : mais pour que cette tendance puisse avoir un effet sensible, il faut encore admettre que la différence entre les vertus élastiques des particules d'air est considérable, & qu'un très-grand nombre de celles qui sont douées d'une égale vertu élastique, se sont trouvées réunies pour agir de concert; car, sans cela, la résistance qu'oppose l'air à la désunion de ses parties, suffit pour contenir celles qui tendent à descendre ou à monter. Or, cette grande différence ne découle point nécessairement du principe de M. *Bouguer*. On peut admettre que l'*égalité parfaite entre deux corps est absolument impossible*, sans en conclurre que la disparité est fort grande : il est probable, au contraire, que les nuances sont imperceptibles, que les extrêmes sont rarement voisins, & que par conséquent la différence de vertu élastique des particules d'air n'est point assez grande, ni leur assemblage assez régulier pour produire les précipitations que M. *Bouguer* suppose. Enfin, l'action des vents me paroît suffisante, pour que, s'il y a de la différence entre les particules à cet égard, il n'y en ait point de bien sensible entre les assemblages; c'est-à-dire, que la somme des vertus élastiques d'un grand nombre de particules, doit être insensiblement égale à celle des vertus élastiques d'un nombre égal de particules, pris au hasard dans toute autre portion de l'atmosphère, ou du moins dans toute l'étendue agitée par les vents.

329. M. *Bouguer* allègue pour preuve de son hypothèse, des expériences qu'il a faites avec Ex. faites par M. *Bouguer* avec un pend.

pour connoître la densité actuelle de l'air.

un pendule, au moyen duquel il a reconnu que les densités de l'air, dans l'atmosphère, *ne sont* pas toujours proportionnelles aux poids dont il est chargé. Les pertes de mouvement, ou les diminutions qu'éprouvoient les excursions d'un même pendule dans un temps donné, indiquoient le dégré de densité de l'air. Dans le haut de la Cordilière, les pertes de mouvement, dans le même temps, étoient proportionnelles aux hauteurs du mercure; mais elles cessoient de l'être dans les lieux plus bas. Cette observation fit penser à M. *Bouguer* qu'on pouvoit utilement employer le pendule de cette manière, pour corriger l'influence des différens dégrés de vertu élastique de l'air dans la mesure des hauteurs par le moyen du Baromètre.

On peut connoître avec un pendule la densité actuelle de l'air; mais il n'en indique pas la cause.

L'exp. ne pouvant être faite que dans un lieu clos, n'est pas applicable aux observ. du Bar.

330. Je conçois qu'un pendule peut être fort utile dans certains cas, pour connoître *la densité* locale de l'air, mais il n'en indique pas *la cause*, & par conséquent il ne démontre point la différence d'élasticité spécifique des particules de ce fluide. D'ailleurs, la moindre agitation de l'air occasionne de l'irrégularité dans le mouvement d'un pendule; & si, pour l'éviter, on veut faire l'expérience dans un lieu clos, outre qu'on n'en trouve pas par-tout où l'on observe, on n'est pas sûr qu'un air renfermé, sur lequel des causes particulières peuvent agir, ait precisément le même dégré de densité que l'air extérieur (*a*).

(*a*) J'ai appris de M. *de la Condamine*, que toutes les observations du pendule dont parle M. *Bouguer*, ont été faites dans des lieux clos.

Des Hauteurs de l'Atmos

Hauteurs du Mercure dans le Baromètre.		Abbaissemens du Mercure dans le Baromètre.		*Suivant les principes de M.* Mariotte (253).		*Suivant la R[…] de M.* Mario[…] *par le chang[…]ment de la p[…]gression harm[…]nique en Arithmétique* &c. (252).	
Pouces.	*Lignes.*	*Pouces.*	*Lignes.*	Pieds.	Pouces.	Pieds.	Pouc[…]
28.		0.	0.	0,	0	0,	
27.	11.	0.	1.	63,		63,	
27.		1.		771,		780,	[illegible]
26.		2.		1571,	1	1615,	[illegible]
25.		3.		2402,	8	2504,	[illegible]
24.		4.		3266,	4	3447,	
23.		5.		4170,	9	4443,	9
22.		6.		5113,	5	5494,	6
21.		7.		6100,		6599,	3
20.		8.		7134,	6	7758,	
19.		9.		8222,	2	8970,	9
18.		10.		9367,	10	10237,	6
17.		11.		10580,	7	11564,	3
16.		12.		11866,	1	12933,	
Abbaissement de la première ligne à cette hauteur				110,	3	117,	
De la seconde				110,	10	117,	4
Sur le *Coraçon.* 15.	10.	12.	2.				
Hauteur du *Coraçon* sur le Niveau de la mer suivant ces diverses règles ; sa hauteur par la mesure Géométrique est 14820 pieds.				12087,	2	13167,	4

Les circonstances dans lesquelles M. *Bouguer* a observé étoient favorab. en apparence.

331. M. *Bouguer* s'est trouvé dans des circonstances qui paroissent si favorables pour chercher le rapport des hauteurs de l'air avec celles du mercure, que personne n'a espéré depuis de découvrir ce que ses expériences n'avoient pu lui apprendre ; & si j'avois eu connoissance de ses recherches avant de commencer mon travail, il est probable que je ne l'aurois pas entrepris.

Sa règle n'est pas sûre.

332. Cependant on n'avoit point encore de règle fixe ; car les expériences sur lesquelles s'étoient fondés les Physiciens qui avoient précédé M. *Bouguer* dans la même carrière, n'étant point d'accord avec sa règle, formoient un préjugé contr'elle, & ce préjugé se seroit conservé, tant qu'on n'auroit pas démontré d'une manière certaine que ces expériences n'étoient pas aussi exactes que celles de M. *Bouguer*. Or, non-seulement cette preuve étoit impossible, mais il est certain encore que plus on auroit multiplié les expériences sans en changer la forme, plus l'incertitude auroit augmenté.

Toutes les règles données ont des expér. en leur faveur & contr'elles.

Rien ne favorise plus le pyrrhonisme que la multitude des systêmes également probables ; & certainement toutes les règles que j'ai rapportées jusqu'ici, déjà prouvées & combattues tour-à-tour par l'expérience, auroient été confirmées quelquefois, mais souvent attaquées par de nouvelles observations, tant qu'on n'auroit pas changé de route.

Méthode de M. *Lambert* pour prendre le milieu entre les observations.

333. Dans cet état des choses, il ne restoit d'autre moyen à employer, par ceux qui n'étoient pas à portée de répéter eux-mêmes les expé-

riences, que celui dont M. *Lambert*, Membre de l'Académie de Berlin, nous a donné un modèle dans ses *Mémoires servant à l'usage des Mathématiques, & de leur application* (*a*). Le but général de M. *Lambert*, dans la partie de cet ouvrage que j'ai en vue, est de donner une théorie de la manière de prendre le milieu entre les observations qui méritent une égale confiance, quoique leurs résultats soient différens, & de connoître en même temps le dégré de confiance qu'on peut accorder à la détermination ou à la règle qui résulte de ce milieu. Après avoir exposé sa méthode d'une manière générale, il l'applique fort utilement à diverses observations astronomiques & physiques. Celles qui concernent la mesure des hauteurs par le Baromètre sont du nombre : M. *Lambert* prend pour exemple quelques observations du Baromètre faites sur des montagnes de *Provence*, d'*Auvergne* & du *Roussillon*, dont la hauteur a été mesurée géométriquement, & sur lesquelles on a observé le Baromètre. Il fait voir comment on parvient à découvrir, par sa méthode, la formule qui concilie le mieux ces observations : il indique en même temps le dégré de confiance qu'on peut avoir à cette formule, en montrant le plus grand écart du calcul comparé avec les mesures actuelles, & cet écart n'est pas

Il applique cette régle à la mesure des hauteurs par le Bar.

(*a*) *Beyträge zum gebrauche der Mathematik un deren anwendung; durch* I. H. Lambert: *mit Kupfern*, 8°. *Berlin*, 1765. *Im verlage des Buchladens des Realschule.*

considérable. Mais si M. *Lambert* eût rassemblé toutes les observations que j'ai rapportées ci-devant, au lieu du petit nombre de celles qu'il a employées, l'écart qui en seroit résulté, quoiqu'également distribué de part & d'autre, & réduit autant qu'il est possible par sa méthode, eût été suffisant pour entretenir la défiance qu'on avoit prise avec quelque raison pour la mesure des hauteurs par l'abbaissement du mercure dans le Baromètre : on jugera de la diversité qui règne dans les observations, par celle des règles qu'elles ont produites, dont je vais donner un tableau général.

334. J'ai rassemblé les résultats de toutes ces règles pour les mêmes hauteurs du mercure, depuis celle de 28 pouces, qui est le terme d'où la plupart des Physiciens sont partis, & que MM. *de la Condamine*, *Bouguer* & *Godin* ont assez constamment observée au bord de la mer du *Pérou*, jusqu'à celle de 15 pouces 10 lignes, que j'ai choisie pour dernier terme, parce que c'est le point le plus bas où l'on ait vu le Baromètre dans l'air libre; c'est celui auquel M. *de la Condamine* l'observa sur le *Coraçon*, montagne de la *Cordilière* (*a*).

335. On voit, par le tableau que je viens de présenter, combien on pouvoit s'écarter du vrai, en se déterminant pour l'une des méthodes que j'ai rassemblées, sans connoître les autres, Occasion de cet Ouvrage.

(*a*) *Journal du voyage fait à l'Equateur, &c.* par M. *de la Condamine*, pag. 58.

& dans quelle incertitude devoient être ceux qui, les connoissant, vouloient entreprendre de choisir : c'est ce que j'ai éprouvé moi-même. En l'année 1754, je fis, avec mon frère, un voyage à la partie des Alpes la plus voisine de Genève, pour examiner de près ces masses énormes qu'il est si important de bien connoître pour établir une bonne théorie de notre globe. C'étoit-là notre premier but, dont nous nous occupions depuis long-temps, & qui est si vaste, que, malgré une étude soutenue & des découvertes plus étendues que nous n'avions espéré d'abord, il ne nous a pas encore été possible de mettre la dernière main à cet ouvrage. La hauteur d'une partie des Alpes est telle, que les plus grandes ardeurs de l'été ne peuvent fondre qu'une petite partie des prodigieux amas de glace qu'elles renferment. Il étoit intéressant pour nous de connoître à quelle hauteur nous pourrions parvenir; & le seul moyen que nous eussions pour cela, étoit le Baromètre. Nous savions, en général, que plusieurs Physiciens l'avoient employé; mais n'ayant pas examiné de bien près cette matière, nous pensions qu'il suffisoit d'avoir un de ces instrumens pour juger, par son moyen, de l'élévation à laquelle nous serions montés.

Exp. du Bar. sur les Alpes. 336. Nous portâmes donc un Baromètre; nous fîmes des observations; &, à notre retour, nous en cherchâmes les conséquences dans les Auteurs qui avoient travaillé sur cette matière : mais en les comparant, nous trouvâmes entr'eux tant de différence, que, ne

sachant à quelle méthode nous devions nous arrêter, nous ne pûmes tirer aucun usage de nos expériences pour connoître la hauteur des lieux où nous les avions faites. Inutilité de ces exp. par le manque de régle sûre.

337. Cette incertitude piqua ma curiosité; & comme je m'occupois depuis long-temps des Baromètres, j'avois assez de lumières sur leur construction pour juger si ces Physiciens s'étoient servis de bons instrumens : je suivis de près leurs ouvrages, & je trouvai, soit dans leurs descriptions, soit même dans leur silence, des preuves du contraire; car il est tellement essentiel d'user de certaines précautions, que, s'ils l'avoient fait, ils auroient senti la nécessité de l'indiquer pour prévenir les doutes. Je remarquai aussi que tous ceux qui avoient travaillé sur cette matière, s'étoient contentés d'un petit nombre d'observations dans des lieux différens, & que plusieurs d'entr'eux, entraînés par l'exemple ou par une théorie qu'ils croyoient solide, n'avoient fait que changer le coëfficient d'une même formule. Réflexions sur les causes du peu d'accord des régles précédentes.

Je pensai donc que la diversité des résultats dans les expériences, venoit, en grande partie, de ce qu'on n'avoit pas employé des instrumens convenables. Je vis aussi que la confiance de chaque Auteur dans sa méthode, provenoit en général de ce qu'il n'avoit pas beaucoup observé. Enfin, je crus reconnoître que le penchant naturel des hommes à l'imitation étoit cause de ce que plusieurs des Auteurs dont j'ai parlé avoient suivi la même route.

338. Je résolus donc de fermer les livres, Plan d'observations.

& de consulter la nature seule, en la suivant pas à pas aussi loin qu'elle voudroit me conduire. Je me flattai, il est vrai, que, par les corrections que j'avois faites au Baromètre, je viendrois aisément à bout d'un ouvrage qui me paroissoit fort utile; c'est ce qui me fit entrer dans cette carrière avec confiance : mais au-lieu de trouver un chemin court & facile, je m'enfonçai dans un labyrinthe dont je ne suis sorti qu'avec beaucoup de travail.

Plan de la suite de cet ouvrage.

339. Il seroit trop long & trop fatiguant pour mes Lecteurs, de leur détailler toute l'histoire de mes découvertes. Quelquefois la réflexion m'a fait naître l'idée des expériences; mais plus souvent l'observation m'a ouvert les yeux. J'indiquerai les routes que j'ai tenues, dans tous les cas où ce moyen pourra contribuer à me rendre plus intelligible. Je supprimerai tous les détails qui ne seront pas nécessaires : peut-être paroîtra-t-il, au premier coup-d'œil, que je ne tiens pas ma parole sur ce point; mais j'espère que, si l'on veut suspendre son jugement jusqu'à la fin, on reconnoîtra que les détails dans lesquels j'entrerai ne sont point inutiles, & que c'est précisément pour avoir négligé un grand nombre de précautions peu considérables en apparence, qu'on n'avoit pu réussir jusqu'à présent à percer le voile dont la nature s'enveloppoit.

Fin de la première partie.